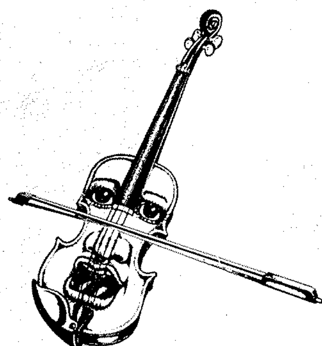
elektuur

maandblad voor elektronica

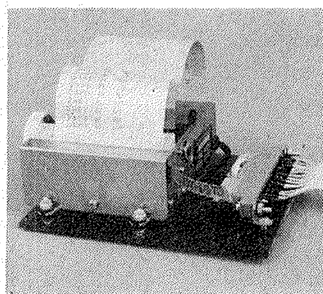
nr. 194
december 1979
f 3,75
Bfrs. 63

metaalfolie-printer

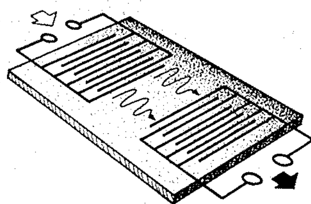
elektuur inhoud



Hij zat er al een tijd aan te komen, maar nu is hij er dan toch: de **Elektuur-vocoder.** Een 10-kanaals vocoder voor zelfbouw die een vergelijking met kommerciële soortgenoten in geen enkel opzicht uit de weg hoeft te gaan. Maar de prijs ligt wel even iets anders.
pag. 12-42



Met een **matrixprinter** wordt de van μP-systemen afkomstige informatie direkt in leesbare vorm beschikbaar. Dat kan erg gemakkelijk zijn en daarom wordt hier eens aandacht besteed aan zo'n "papieren display" kompleet met software en de voor de SC/MP benodigde interface.
pag. 12-52



De **analoge vertragingslijn** kennen we als onderdeel van een nagalmschakeling of van de uitgebreide versie van de videoscope. Maar er zijn veel meer toepassingen. Zo veel, dat we gerust kunnen spreken van een geheel nieuwe techniek.
pag. 12-68



Het omslag houdt verband met een orgeltje dat nu eens geen klanken maar kleuren produceert. Op pag. 12-66 e.v. wordt er meer over verteld.

selektuur

Televisiesysteem met lage beeldfrekwentie

Televisiesystemen worden op ruime schaal gebruikt voor bewaking, beveiliging en het observeren op afstand. De grote vraag naar dergelijke systemen heeft de afgelopen jaren geleid tot een groot aantal technische verbeteringen die tot doel hebben de systemen steeds verder te vervolmaken om de praktische bruikbaarheid en de toepassingsmogelijkheden te vergroten. Als laatste bijdrage aan die ontwikkelingen heeft Philips nu een televisiesysteem met lage beeldfrekwentie ontwikkeld, dat een aantal bijzonder praktische en zelfs enkele unieke mogelijkheden biedt.
Tot dusver werden de opneemkamera's en de monitors van het systeem, waarop de beelden werden weergegeven, verbonden door koaxiale kabels omdat deze verbinding in staat moet zijn de videosignalen, die een grote bandbreedte (hoge frekwentie) hebben, onvervormd en zonder te grote verliezen te transporteren. Alleen koxiale kabels zijn daarvoor geschikt.

Lage beeldfrekwentie

Als de signaalfrekwentie kan worden verlaagd, kan het videosignaal zonder ontoelaatbare verliezen of vervorming worden overgebracht via normale draden, bijvoorbeeld telefoonlijnen. Het door Philips ontwikkelde systeem maakt gebruik van de mogelijkheid het aantal beelden per sekonde te verminderen.
Bij het nieuwe systeem wordt één kamerabeeld vastgelegd in een geheugenschakeling. Dit gefixeerde beeld wordt in een tijdsbestek van 40 sekonden met een lage frekwentie overgebracht naar een identiek geheugen aan de ontvangerkant en daar op de normale wijze door de monitor uitgelezen. Na veertig sekonden wordt een nieuw beeld opgeslagen in het zendergeheugen, dat vervolgens wordt overgeseind naar de ontvanger en de monitor. Doordat het ontvangende geheugen door de monitor met de normale aftastfrekwentie wordt uitgelezen, ontstaan op het scherm van de monitor rustige, stilstaande beelden die gedurende de periode van 40 sekonden lijn voor lijn worden vervangen door het volgende beeld. Daardoor is het mogelijk veranderingen in het beeld snel waar te nemen.
Het nieuwe systeem maakt niet alleen de dure en vaak moeilijk te leggen koaxiale kabels overbodig, maar geeft ook de mogelijkheid beelden over grote afstanden over te brengen via het openbare telefoonnet of een radiozender. Ook kunnen de beelden worden vastgelegd door middel van een gewone audio-cassetterecorder of worden afgedrukt met behulp van een fasimile-apparaat.

Het nieuwe TV-systeem

Het nieuwe televisiesysteem van Philips is ontwikkeld na een diepgaand onderzoek naar de praktische toepassingen van dergelijke systemen, vooral de gevallen waarbij een lage beeldfrekwentie aanvaardbaar is.
Afgezien van de normale voordelen van televisiesystemen met een lage beeldfrekwentie, zoals de mogelijkheid kamera en monitor te verbinden via gewone telefoonlijnen, biedt het nieuwe TV-systeem nog een aantal extra voordelen. Zo is het mogelijk tegelijkertijd de beelden van vier verschillende kamera's op het scherm van een of meer monitors weer te geven. Ieder beeld beslaat een kwart van het scherm en wordt iedere 40 sekonden vernieuwd. Een andere mogelijkheid is een deel van het beeld van een kamera op het scherm te "bevriezen" en het overblijvende deel van het scherm te gebruiken voor het beeld van dezelfde of een andere kamera. Dit stelt de man achter de monitor in staat de van belang zijnde situatie vanuit twee "gezichtspunten" te observeren of de "bevroren" situatie te vergelijken met de aktuele, zodat veranderingen snel kunnen worden waargenomen.



Het standaardsysteem kan worden uitgebreid met een schakeling voor verhoogde gevoeligheid bij slechte verlichting, gewoon met gebruikmaking van standaard-kamera's en monitors. Hierbij wordt een aantal opeenvolgende beelden als het ware over elkaar op de gevoelige plaat van de opneembuis vastgelegd, totdat het beeld voldoende helderheid en kontrast heeft opgebouwd om een goede beeldkwaliteit te garanderen. De kamera-informatie wordt vervolgens in één beeldtijd uitgelezen en opgeborgen in het geheugen van de zender.
Er zijn onderzoekingen en ontwikkelingen gaande die in de nabije toekomst kunnen leiden tot verdere uitbreiding en verbetering van het systeem. Er wordt gewerkt aan een metode waarbij alléén bewegende objekten op het scherm verschijnen; een uiterst handige eigenschap voor bewakings- en beveiligingsdoeleinden (o.m. als kijkmoeheid optreedt).
Deze en toekomstige ontwikkelingen van het "Slow Rate TV"-systeem onderstrepen dat Philips alles in het werk stelt om alle technische verbeteringen aan te brengen die van belang zijn voor degenen die televisiesystemen gebruiken voor kommunicatie over grote afstanden persoonsidentifikatie (foto's, handtekeningen, vingerafdrukken), telefonisch vergaderen, telefonische werkbesprekingen waarbij tekeningen en schetsen te pas komen, bewaking, beveiliging, instruktie, onderwijs, industrie en een groeiende reeks nieuwe toepassingen voor de toekomst.

Philips Persburo, Postbus 523, Eindhoven.

(510 S)

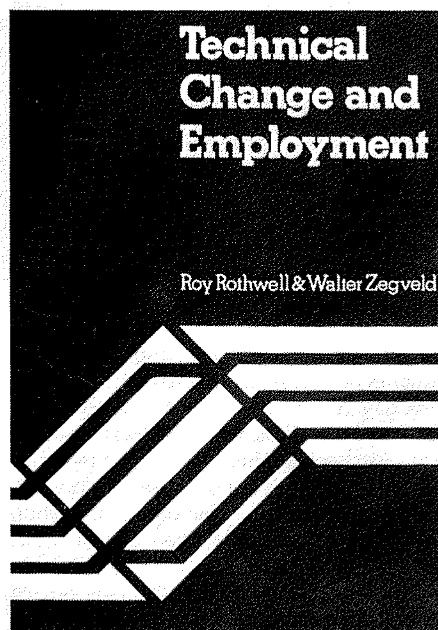
selektuur

Technical Change and Employment

Roy Rothwell & Walter Zegveld

Er wordt de laatste tijd wel veel geschreven over werkgelegenheid, maar diepgaande studies over de invloed van de laatste technische ontwikkelingen op die werkgelegenheid zien zelden het licht. De publikaties over het onderwerp zijn veelal niet meer dan een opsomming van de mogelijkheden van de techniek en de gevaren die aan de toepassing ervan verbonden zijn (denk maar aan de stukjes die over de "chip" geschreven worden). Er zijn maar weinig wetenschappers die een echte visie hebben ontwikkeld op deze materie en die ook maatregelen noemen om de ontwikkelingen te sturen en waar nodig te korrigeren. Ook in de politiek vindt men maar weinig echte stellingnamen in de vorm van het expliciet ondersteunen of afwijzen van de "chip". Laat staan in de vorm van een genuanceerder standpunt al naar gelang dat door de achtergrond van de politieke groepering te verwachten zou zijn.
Wij namen dan ook geïnteresseerd kennis van het feit dat in november 1978 een studie-bijeenkomst over dit onderwerp van twee dagen in Parijs werd gehouden. Aan dit zogenaamde seminar werd deelgenomen door vertegenwoordigers van een zestal landen, te weten Duitsland, Engeland, Frankrijk, Canada, Ierland en Nederland.
De Nederlandse delegatie was gestuurd door het Ministerie van Economische Zaken en door de organisatie voor toegepast natuur-wetenschappelijk onderzoek, beter bekend als TNO.
De resultaten van het seminar werden in juni van dit jaar in een rapport samengevat en gepubliceerd. Dit rapport had echter maar een kleine oplage. Eerst nu is het in boekvorm (Engelstalig) verschenen en in bredere kring bekend. Het rapport is niet zozeer uittreksel van de tijdens het seminar besproken studies, maar veel meer een redaktioneel kommentaar op het gehele seminar.
De uitgave is verzorgd door Frances Pinter (Publishers) LTD, 5 Drydenstreet,

London WC2E 9NW en is à raison van f 30,— te bestellen bij de stafafdeling in- en externe kommunikatie van TNO. In het boek is een hoofdstuk opgenomen dat geheel gewijd is aan de invloed van de micro-elektronica op de werkgelegenheid. De schrijvers zijn Walter Zegveld (hoofd van de stafgroep Strategische verkenningen van TNO) en Dr. Roy Rothwell (medewerker van de Science Policy Research Unit van de universiteit van Sussex).



Nu is met behulp van TNO al eerder wat studiemateriaal in de publiciteit gekomen over de "chip" en de werkgelegenheid. Vrij bekend zijn de artikelen in de TNO-uitgave "Project" van de hand van Drs. W. J. van Gelder (ekonomisch stafmedewerker bij de Dienstenbonden FNV) en van Dr. J.J.G.M. van Boeckel (adviseur bij het Directoraat-Generaal voor Wetenschapsbeleid). Beide schrijvers komen in hun artikel tot de konklusie dat in ieder geval de aard van het beschikbare werk door toedoen van de chip zal veranderen en dat de werkgelegenheid op langere termijn fundamenteel zal verslechteren. Beiden ook achten een brede maatschappelijke diskussie noodzakelijk om de toekomstige maatschappijstruktuur en de plaats van de werknemer daarin te bepalen.

De term *brede maatschappelijke diskussie* horen we de laatste tijd vaker noemen, maar dan in verband met het al dan niet bouwen van kerncentrales. Bij zo'n diskussie echter zijn de wetenschappers veelal bang overstemd te worden door leken. Voorwaarde voor een vruchtbaar verloop van zo'n diskussie is dus eigenlijk dat de deelnemers zo goed mogelijk geïnformeerd zijn. Juist om de informatie te verschaffen, waaraan velen behoefte zullen hebben, is het boek van Zegveld en Rothwell zeer geschikt. Wie echter denkt met dit boek een wetenschappelijk verantwoorde toekomstvoorspelling in handen te krijgen met richtlijnen voor de houding van regering en vakbeweging ten aanzien van de opmars van de chip, vergist zich. In "Technical Change and Employment" wordt een opsomming gegeven van voorvallen die min of meer analoog zijn aan de te verwachten ontwikkelingen bij verdergaande automatisering. Zo wordt de automatisering van de landbouw na de Tweede wereldoorlog bekeken en wordt een parallel getrokken tussen de invloed op de werkgelegenheid toen en de invloed van de automatisering in de dienstensektor (o.a. bank- en verzekeringswezen) op de wergelegenheid nu. Als zeer belangrijk verschil wordt vermeld dat destijds de afvloeiende landbouwers konden worden opgenomen in de industrie, maar dat die mogelijkheid er voor huidige bankemployees niet is. De industrie van na 1975 kenmerkt zich namelijk door een groei die niet gepaard gaat met personeelsuitbreidingen. De oliekrisis van 1974 was de aanleiding voor deze rationalisering van het arbeidsproces. Met andere woorden het dienstverlenend personeel dat nu of binnenkort werkloos is, kan niet worden opgenomen door de industrie. Niet in de laatste plaats omdat de industrie voor eventuele personeelsuitbreidingen veel meer belangstelling heeft voor met name technisch geschoold personeel.

De schrijvers geven ook voorbeelden van hoe het overschot van arbeidskrachten van een bepaalde kategorie op korte termijn kan worden weggewerkt. Zo wordt er verteld hoe de zetters van een krant in Amerika (Journal Bulletin) bij de automatisering van de zetterij een prima afvloeiingsregeling kregen aangeboden. Een deel van de ex-zetters gebruikte de gouden handdruk die zij van de krant kregen om een eigen bedrijfje te beginnen. Men begon een wasserette, een bar, een rijwielhandel enzovoorts. Kenmerkend voor de schrijvers van het boek is, dat zij in een dergelijke vorm van werkloosheidsbestrijding veel heil zien. Er wordt op gewezen dat tweederde van alle nieuwe banen in de Amerikaanse industrie worden geschapen door bedrijfjes die minder dan vijf jaar bestaan en die minder dan twintig mensen in dienst hebben. Een van de belangrijkste konklusies is dan ook dat regeringen het juiste klimaat moeten scheppen voor de kleine ondernemer. Er wordt daarbij naar onze mening wat al te gemakkelijk voorbij gegaan aan het feit dat het Amerikaanse "free-enterprise"-systeem nogal afwijkt van het Europese. Bovendien is het maar de vraag of de ex-zetters nu allemaal wel zo blij waren met hun nieuwe betrekking en niet, door de omstandigheden gedwongen, het als laatste redmiddel zagen om buiten de (in Amerika vrij slechte) sociale voorzieningen te blijven.

In een flinke uitbreiding van de tertiare sektor (ziekenhuiswezen enz.) zien de schrijvers niet zo veel, maar wetenschappelijk onderbouwd is die konklusie allerminst.

Al met al kan worden gesteld dat "Technical Change and Employment" een schat aan informatie bevat en als informatiebron voor deelnemers aan de "brede maatschappelijke diskussie" zeer geslaagd is, maar dat de konklusies van de schrijvers toch worden gekenmerkt door een wat eenzijdige kijk op de maatschappij. Een soortgelijke studie van het verbond van Europese vakbeweging zou met dezelfde gegevens wel eens tot tegenstrijdige konklusies kunnen leiden en de cijfers daarbij evenmin geweld aan kunnen doen als dat in "Technical Change and Employment" is gebeurd. Wij zien met belangstelling zo'n studie tegemoet.

T.N.O.
Stafafdeling in- en externe kommunikatie, Postbus 297, 2501 BD Den Haag

(511 S)

selektuur

Amateur-radiozendexamen

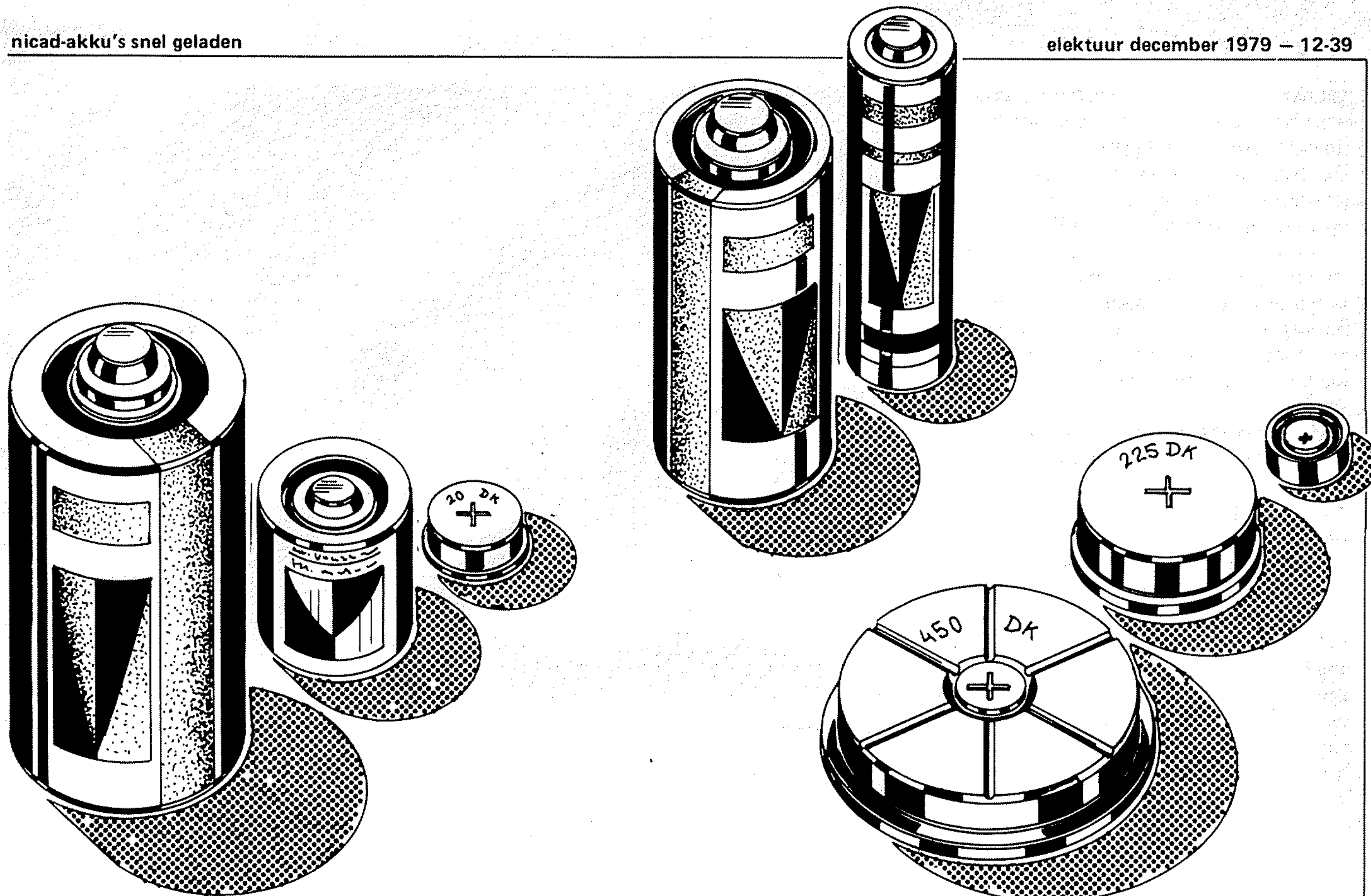
De schriftelijke examens in de onderdelen techniek en voorschriften ter verkrijging van een amateur-radiozendmachtiging A, C of D zullen op 26 maart 1980 in een hal van het Jaarbeurscomplex te Utrecht worden afgenomen. De aanvullende examens in de onderdelen opnemen en seinen van morsetekens en de eventuele mondelinge examens zullen in de periode van 28 april 1980 tot en met 30 mei 1980 in een zaal van het Telefoondistricht te Utrecht worden afgenomen.

Kandidaten kunnen zich **na** 19 november 1979 doch uiterlijk **tot en met** 11 januari 1980 aanmelden. De aanmeldingen dienen bij voorkeur **telefonisch** te geschieden. Het Examensekretariaat te Groningen is te bereiken onder de nummers 050-102271 en 050-102674. Tijdens deze telefonische aanmeldingsprocedure zullen de kandidaten naar hun persoonlijke gegevens worden gevraagd welke tegelijkertijd op een ponskoncept worden ingevuld. Kandidaten die voor een mondeling examen in aanmerking wensen te komen dienen dit reeds bij de aanmelding kenbaar te maken. De kandidaten voor het aanvullend examen opnemen en seinen van morsetekens kunnen bij de aanmelding één of twee dagen die de voorkeur genieten

Radiokontroledienst, Postbus 570, 9700 AN Groningen

(509 S)

selektuur



nicad-akku's snel geladen

haastige spoed is soms wel goed

Nicad-akku's hebben de prettige eigenschap dat ze opgeladen kunnen worden en zijn niet zoals batterijen na een eerste ontlading waardeloos. Dit opladen kan echter ook een bezwaar betekenen, zeker wanneer men de akku direkt weer wil gebruiken. Vooral modelbouwers weten daarover mee te praten. Snelladen is dan ook de oplossing, maar het moet dan wel verantwoord gebeuren.

Het snelladen (laden binnen een uur) van nikkel-cadmium-akku's is een haast onuitputtelijk tema. Nog steeds verschijnen met de regelmaat van de klok schema's voor het laden van nicad's met konstante spanning. Dit is een bijzonder slechte metode, omdat op deze wijze een ongekontroleerde hoeveelheid lading door de cellen wordt opgenomen (laden met konstante spanning is overigens wel een goede metode voor open cellen).

Bij snelladen komen alle problemen nog eens extra naar voren. Enerzijds wil men er zeker van zijn, dat na een voltooide laadcyclus de cel(len) ook werkelijk vol zijn, anderzijds verdraagt de akku maar een zekere, beperkte hoeveelheid overlading. Wordt de nicad-akku te zeer overladen, dan stijgt door gasontwikkeling in de cel de druk zeer snel en gaat het veiligheidsventiel open of ontploft de cel. Door het openen van het veiligheidsventiel wordt weliswaar direkte schade vermeden, maar er treedt wel een blijvende kapaciteitsvermindering op.

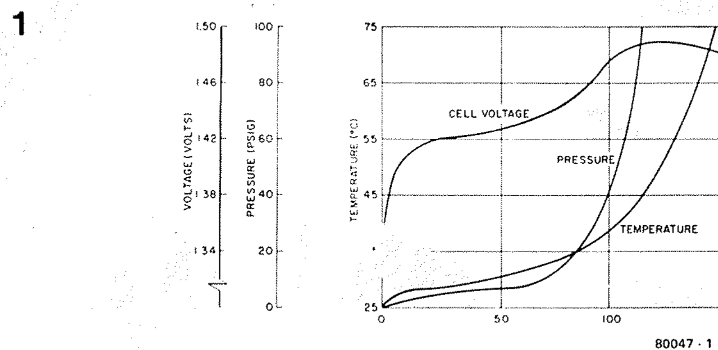
De enige tot nu toe toegepaste, betrouwbare manier om cellen snel te laden is vooraf **geheel** ontladen en vervolgens met een bekende stroom gedurende een bepaalde tijd laden. Hierdoor wordt voorkomen, dat een nog halfvolle akku wordt overladen met alle gevolgen van dien.

In figuur 1 is het principiële verloop getekend van de spanning, de druk in de cel en de temperatuur in de cel. Aanvankelijk neemt de spanning geleidelijk iets toe en de druk en de temperatuur nemen eveneens langzaam toe. Naarmate de cel voller wordt, neemt de spanning sneller toe. Hierdoor zal in de cel een steeds groter gedeelte van de toegevoerde energie worden omgezet in gas (zuurstof) en niet chemisch worden gebonden in de elektroden. Door de toegenomen druk kan een deel van de zuurstof weer aan de negatieve platen worden gereduceerd onder afgifte van warmte. Door de toegenomen temperatuur van de cel zakt de spanning omdat nicad-cellen een negatieve temperatuurkoëfficiënt bezitten van ongeveer −4 mV/°C. Hierdoor ontstaat de bult in de spanningskarakteristiek: aanvankelijk neemt de spanning toe, om bij een volledig geladen cel weer af te nemen. Kortweg komt het er op neer, dat naarmate de cel voller is, er een steeds groter

gedeelte van de toegevoerde energie in warmte wordt omgezet en niet meer in de cel wordt opgeslagen.
De hier beschreven gang van zaken is principieel; de getallen links van de grafiek zijn bedoeld als indikatie en zijn in hoge mate afhankelijk van de konstruktie van een bepaalde cel. De fabrikant geeft steeds aan of een bepaalde cel snel mag worden geladen en met welke maximale stroom en welke mate van overlading nog wordt verdragen.
Om explosies of het openen van het veiligheidsventiel te voorkomen, is het zaak het laden tijdig te beëindigen. Hiervoor kunnen de 3 parameters uit figuur 1 worden gebruikt. Het meten van de interne druk is echter zonder speciale maatregelen niet mogelijk en vervalt dus. Het meten van de temperatuur is wel mogelijk, maar nogal omslachtig. De meest ideale oplossing is die, waarbij de celspanning als indikatie wordt gebruikt. Vanwege de temperatuurafhankelijkheid is het echter **niet** mogelijk een bepaalde, vaste spanning als afslagpunt te kiezen. Over blijft dan alleen nog om het verloop (de vorm) van de kurve voor de indikatie te gebruiken.
De schakeling uit figuur 2 reageert op de snelheid waarmee de akkuspanning stijgt. In de kurve (figuur 1) is n.l. duidelijk een snelle toename van de spanning zichtbaar bij ongeveer 100% geladen kapaciteit. Wordt een bepaalde steilheid van de kurve overschreden, dan licht de LED op. Hiervoor kan vanzelfsprekend ook een relais worden genomen, dat dan het laden onderbreekt.
De schakeling werkt als volgt: A4 geeft iedere 10 sekonden een pulsje af waardoor S1 en S2 even sluiten. Hierdoor wordt C1 opgeladen tot de ingangsspanning op pen 3 van A1. Eventuele offset-spanningen van de opamps A1 en A2 worden door de gekozen schakeling vanzelf verwerkt in de spanning over C1 en behoeven niet apart te worden gekorrigeerd. Vlak na het openen van S1 en S2 zijn de spanningen op de uitgangen van A1 en A2 nog gelijk. Stijgt de akkuspanning, dan blijft A2 onveranderd, maar A1 integreert de **stijging** van de spanning. Naarmate deze stijging groter is, is ook de uitgangsspanning van A1 groter. Zodra het spanningsverschil tussen A1 en A2 groter is dan de hysteresis van A3, klapt A3 om en de LED licht op. De grootte van de hysteresis van A3 wordt bepaald door R14 (vast) en door de hoogte van de gemiddelde ingangsspanning. Met andere woorden: bestaat de akku uit meer cellen waardoor de akkuspanning hoger is, dan wordt automatisch de hysteresis groter. Afhankelijk van de voedingsspanning (die vanwege de deler (R2/R3 gelijk mag zijn aan de akkuspanning, maar tenminste 12 V en niet meer dan 18 V) is de schakeling dan ook zonder omschakelen geschikt voor 4 tot 12 cellen. De schakeling is door ons opgebouwd en werkte keurig *zolang de ladingstoestand van alle cellen uit een akku onge-*

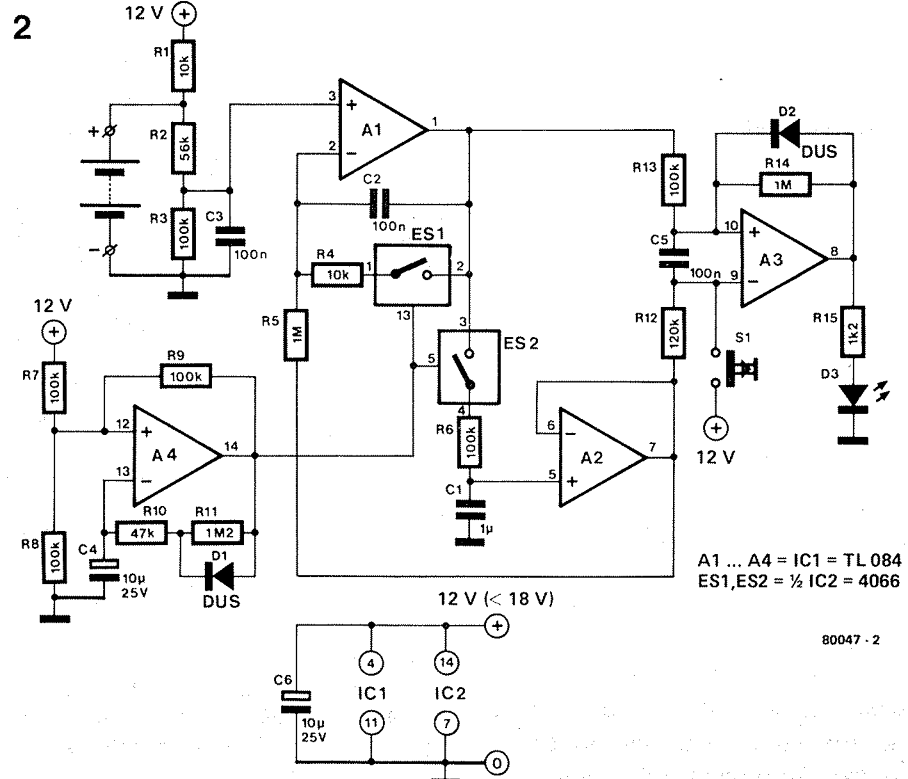


1



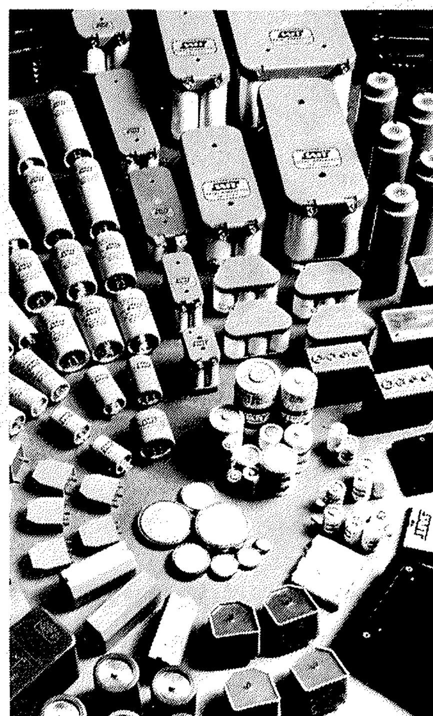
Figuur 1. Het verloop van spanning, druk en temperatuur in een nicad-cel tijdens het snelladen.

2

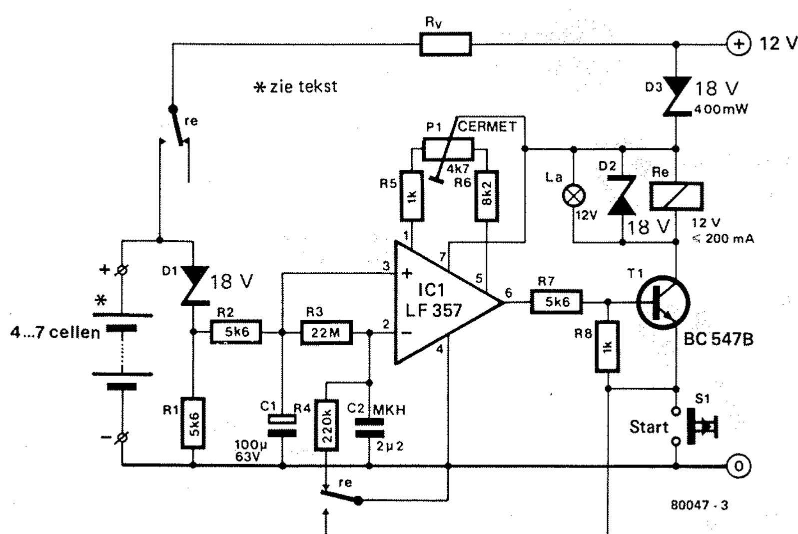


Figuur 2. Deze schakeling reageert op de snelheid waarmee de akkuspanning stijgt.

veer hetzelfde was. Niet onderzocht is, hoe de levensverwachting van de akku's is die regelmatig volgens dit systeem worden geladen.
De industrie gaat echter nog verder. Een gerenommeerde Duitse modelbouwfirma brengt voor ongeveer honderd gulden de schakeling uit figuur 3 op de markt. Hier wordt met behulp van een goede, driftarme opamp het verloop van de spanning bekeken. Zolang de ingangsspanning stijgt, zal de spanning op de inverterende ingang steeds iets lager zijn omdat kondensator C2 via een hoogohmige weerstand (R3) wordt geladen. De uitgangsspanning blijft hoog en het relais blijft aangetrokken. Zodra echter de top van de spanningskurve wordt bereikt en de spanning vervolgens iets gaat dalen, wordt de spanning op de inverterende ingang hoger dan de spanning op de niet-inverterende ingang en het relais (Re) valt af. In de kurve uit figuur 1 ligt dit afschakelpunt aanzienlijk verder dan het punt waarbij de schakeling uit figuur 2 het laden onderbreekt. Voordeel van deze laatste metode van laden is, dat het schakelpunt wat betrouwbaarder is en dat de akku voller is na het laden. Wanneer de akku namelijk met 100% geladen is, houdt dit in, dat er ongeveer 80% van de kapaciteit beschikbaar is. Om 100% uit de akku te kunnen halen, moet er toch zeker 120% geladen worden.



3



Figuur 3. Dit industrieel ontwerp detekteert een spanningsverlaging, die optreedt wanneer de cel volledig geladen is.



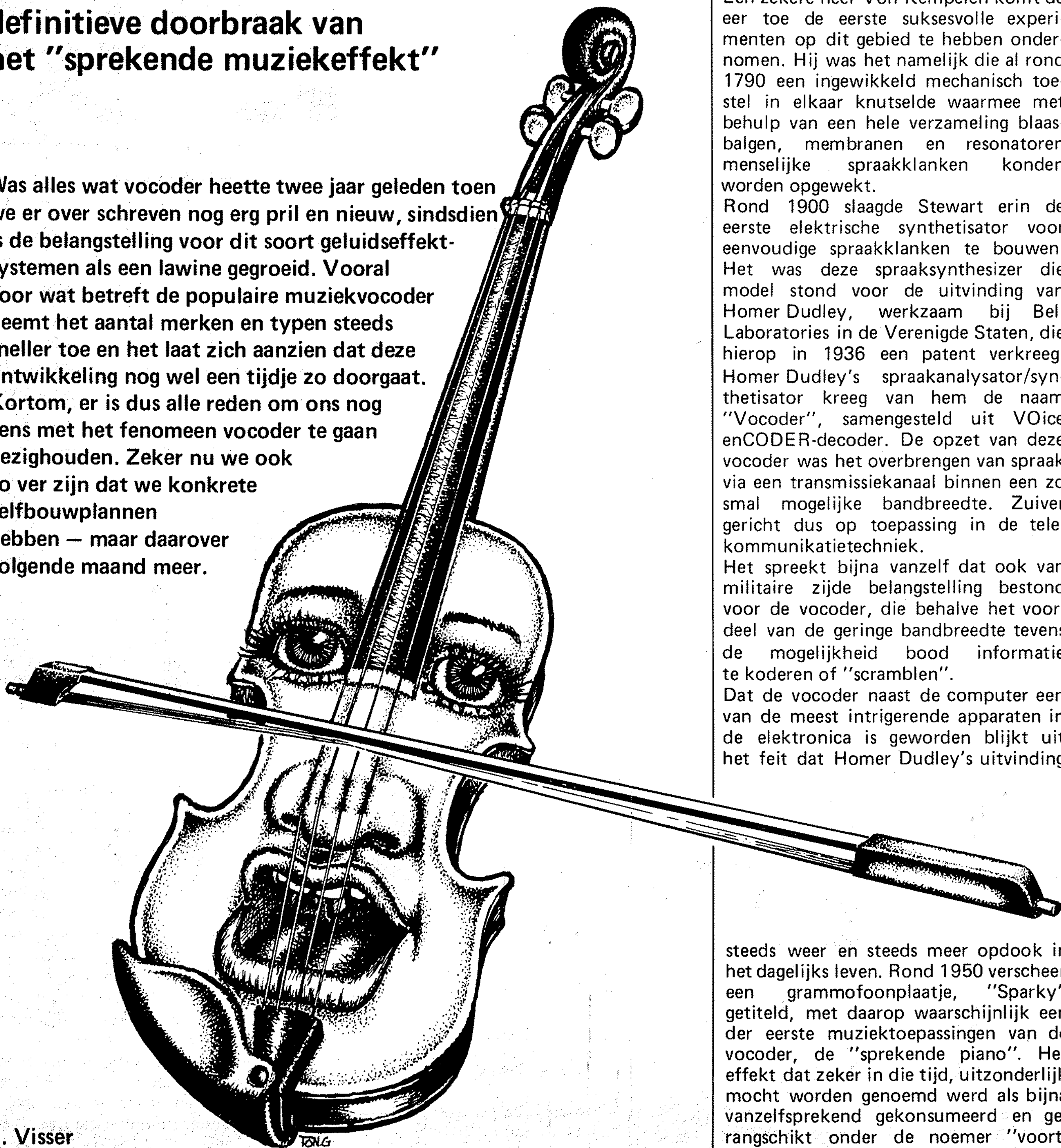
Potmeter P1 is zó ingesteld, dat wanneer de inverterende ingang 4 à 5 mV positiever is dan punt 3, de opamp schakelt. Bij de beschrijving van de schakeling uit figuur 2 is al een voorwaarde genoemd voor het goed funktioneren. Voor beide schakelingen geldt het volgende:

- Alle cellen uit één akku moeten nagenoeg dezelfde kapaciteit hebben. Is de akku door de fabriek samengesteld, dan is deze selektie al gebeurd.
- De cellen moeten geschikt zijn voor snellading. Zie fabrieksspecifikaties.
- De temperatuur van de akku moet nagenoeg gelijk zijn aan de omgevingstemperatuur. Warme cellen koelen (aanvankelijk) tijdens het laden áf en hierdoor wordt de spanning, en dus het afschakelmoment, beïnvloed.
- De ladingstoestand van alle cellen uit een akku moet hetzelfde zijn. Heeft de akku enige tijd gelegen, dan zal door zelfontlading een deel van de opgeslagen energie verloren zijn gegaan. De zelfontlading kan echter per cel nogal verschillen. Wordt er dan snelgeladen, dan bereiken niet alle cellen tegelijk het punt waarop het laden moet worden gestopt. De vollere cellen kunnen dan worden beschadigd. Een overeenkomstige situatie treedt op na herhaaldelijk snelladen en ontladen. Door onvermijdbare kapaciteitsverschillen zullen enkele cellen geleidelijk leger raken dan andere. Het is aan te raden vooraf altijd normaal, gedurende 7 uur te laden met een stroom ter grootte van twee of drie tiende van de kapaciteit van de cellen. Doe dit ook na iedere 5 maal snelladen.
- Laad met een stroom die het dubbele is van de kapaciteit. Bij kleinere stromen is de vorm van de spanningskurve niet meer duidelijk genoeg. ◼

vocoder-systemen

definitieve doorbraak van het "sprekende muziekeffekt"

Was alles wat vocoder heette twee jaar geleden toen we er over schreven nog erg pril en nieuw, sindsdien is de belangstelling voor dit soort geluidseffekt-systemen als een lawine gegroeid. Vooral voor wat betreft de populaire muziekvocoder neemt het aantal merken en typen steeds sneller toe en het laat zich aanzien dat deze ontwikkeling nog wel een tijdje zo doorgaat. Kortom, er is dus alle reden om ons nog eens met het fenomeen vocoder te gaan bezighouden. Zeker nu we ook zo ver zijn dat we konkrete zelfbouwplannen hebben — maar daarover volgende maand meer.



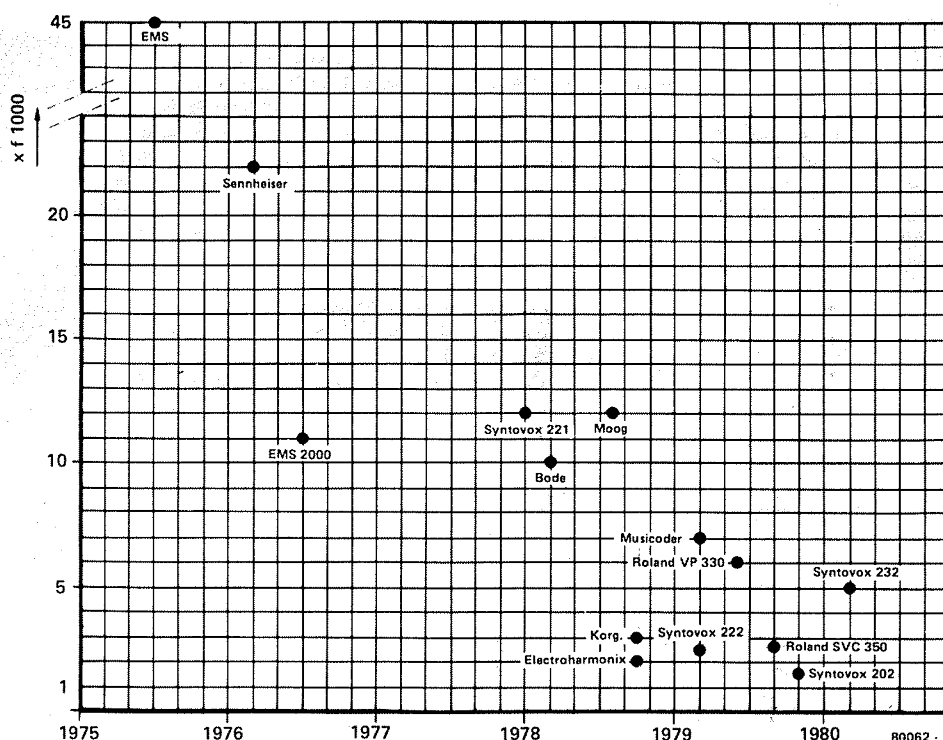
F. Visser

Dat die vocoder zo enorm blijkt aan te slaan is ergens niet zo verwonderlijk. Zeker in de popsektor sluit dat eigenlijk precies aan bij de populariteitsstijging van allerlei soorten synthetische muziek die daar al jaren lang valt te konstateren. Daar komt nog bij dat al wat te maken heeft met het kunstmatig opwekken van spraak voor velen altijd al iets ongemeen fascinerends heeft gehad. Reeds eeuwenlang is dat het onderwerp geweest van talloze onderzoekingen.

Historie

Al is het synthetisch opwekken van spraak nu niet precies wat een vocoder doet, de allereerste pogingen in die richting kunnen toch wel degelijk worden beschouwd als de pre-historie uit de vocoder-geschiedenis.
Een zekere heer Von Kempelen komt de eer toe de eerste suksesvolle experimenten op dit gebied te hebben ondernomen. Hij was het namelijk die al rond 1790 een ingewikkeld mechanisch toestel in elkaar knutselde waarmee met behulp van een hele verzameling blaasbalgen, membranen en resonatoren menselijke spraakklanken konden worden opgewekt.
Rond 1900 slaagde Stewart erin de eerste elektrische synthetisator voor eenvoudige spraakklanken te bouwen. Het was deze spraaksynthesizer die model stond voor de uitvinding van Homer Dudley, werkzaam bij Bell Laboratories in de Verenigde Staten, die hierop in 1936 een patent verkreeg. Homer Dudley's spraakanalysator/synthetisator kreeg van hem de naam "Vocoder", samengesteld uit VOice enCODER-decoder. De opzet van deze vocoder was het overbrengen van spraak via een transmissiekanaal binnen een zo smal mogelijke bandbreedte. Zuiver gericht dus op toepassing in de telekommunikatietechniek.
Het spreekt bijna vanzelf dat ook van militaire zijde belangstelling bestond voor de vocoder, die behalve het voordeel van de geringe bandbreedte tevens de mogelijkheid bood informatie te koderen of "scramblen".
Dat de vocoder naast de computer een van de meest intrigerende apparaten in de elektronica is geworden blijkt uit het feit dat Homer Dudley's uitvinding steeds weer en steeds meer opdook in het dagelijks leven. Rond 1950 verscheen een grammofoonplaatje, "Sparky" getiteld, met daarop waarschijnlijk een der eerste muziektoepassingen van de vocoder, de "sprekende piano". Het effekt dat zeker in die tijd, uitzonderlijk mocht worden genoemd werd als bijna vanzelfsprekend gekonsumeerd en gerangschikt onder de noemer "voort-

1



Figuur 1. Zowel de haast explosieve toename in het aantal merken en typen de laatste twee jaar, als ook de geleidelijk dalende prijs van de vocoders, worden door dit grafiekje aardig geïllustreerd.

brengselen van de geheimzinnige, ondoorgrondelijke elektronicatechniek". Hetzelfde verschijnsel viel waar te nemen bij de wereldberoemde jingle van Radio Luxemburg, en later zelfs bij een aantal Beatle-opnamen waarin de door EMI gebouwde vocoder heel geraffineerd werd gebruikt.
Pas rond 1975 kwam aarzelend het proces van de ontmytologisering — het doorbreken van het geheimzinnige waas — van de vocoder op gang. Tot die tijd was het gebruik beperkt gebleven tot het laboratorium van een aantal grote ondernemingen (Bell, EMI, Philips, Sennheiser), zeker niet in de laatste plaats omdat die vocoders dermate indrukwekkende afmetingen hadden dat ze vaak hele vertrekken in beslag namen.
Eigenlijk valt eenzelfde soort proces waar te nemen bij de computer, die aanvankelijk ook als een griezelig en oppermachtig instrument werd beschouwd. Nauwelijks 25 jaar geleden meende men in Amerika genoeg te hebben aan slechts twee computers: een aan de oostkust en een aan de westkust. Tans verwacht men dat op zeer korte termijn in ieder huis een computer zal staan, net als een televisietoestel of radio.
Hier houdt de vergelijking tussen computer en vocoder trouwens wel op, want of er in de toekomst in ieder huis een vocoder zal staan valt nog te bezien.
Het is echter wel interessant te zien hoe het meer en meer bekend worden van de vocoder gepaard gaat met een zelfde polarisatieverschijnsel als bij meer omstreden zaken die later enorme

Tabel 1

	Richtprijs excl. BTW
Bode Vocoder	f 10.000,—
Electroharmonix	f 1.700,—
EMS Vocoder	f 45.000,—
EMS 2000 Vocoder	f 11.000,—
EMS 1000 Vocoder (= 2000)	f 3.200,—
Korg Vocoder	f 2.150,—
Moog Vocoder	f 12.000,—
Musicoder	f 7.000,—
Roland VP 330	f 5.400,—
Roland SVC 350	f 2.200,—
Sennheiser VSM 201	f 22.000,—
Syntovox 221	f 12.500,—
Syntovox 222	f 2.000,—
Syntovox 232	f 4.500,—
Syntovox 202	f 1.100,—

Tabel 1. Op dit moment verkrijgbare vocoders met hun richtprijzen.

opgang zouden maken. Denk aan de computer, de auto, en iets dichter bij huis voor elektronica- en muziekgekken: de muzieksynthesizer. Ondanks alle heftige reaktie van wat meer konventioneel denkenden heeft de muzieksynthesizer zich in de afgelopen 10 tot 15 jaar, samen met het elektronisch orgel en de elektrische gitaar, een zodanig sterke positie verworven in het hele muziekgebeuren dat hij zelfs is geïntegreerd in het muziekonderwijs. Vele conservatoria, zowel in het buitenland als in ons eigen land, bezitten inmiddels vaak zeer goed geoutilleerde elektronische muziekstudio's.
Waar de ontmytologisering van de computer en de muzieksynthesizer bijna een feit is, zien we dat eenzelfde proces zich nu begint af te tekenen in de ontwikkeling van de vocoder. Stemanalyse, stemsynthese, stemherkenning, spraakinvoer en -uitvoer voor computersystemen, het wordt langzamerhand voor iedereen wat meer toegankelijk en de vakbladen staan er vol van.

Marktoverzicht

Terug nu naar dat jaar 1975, dat een kantelpunt in de geschiedenis van de vocoder genoemd kan worden. Dat komt omdat toen een Engelse fabrikant van muzieksynthesizers en aanverwante specialistische apparatuur uitkwam met één door Tim Orr ontworpen vocoder. EMS had zich al eerder gemanifesteerd als een fabrikant met visie en als koploper op muziekelektronisch gebied, en ook nu waren zij de eersten die de aarzeling rond de erkenning van de vocoder doorbraken.
Het zou te ver voeren om de marktfilosofie van het inmiddels flink gegroeide aantal vocoderfabrikanten te ontleden, maar een enkel voorbeeld illustreert aardig de verwarring en de nervositeit die zich sinds het uitkomen van de EMS-Vocoder zowel bij fabrikant als muzikant heeft geopenbaard.
Dr. Robert A. Moog, de geestelijke vader van de muzieksynthesizer, bouwde reeds in 1970 een kanaalvocodersysteem op uit losse filters, envelope followers en voltage controlled amplifiers ten behoeve van de bewerking van een Beethoven-koraal door Walter Carlos voor de film "A Clockwork Orange". Kennelijk heeft Moog toen geen enkele kommerciële reden gezien om de

vocoder in een praktische, hanteerbare uitvoering op de markt te brengen. Pas toen de peperdure EMS-Vocoder werd geïntroduceerd begonnen enkele andere fabrikanten zich in de strijd te mengen (Sennheiser, Synton, Bode). Moog kon zich toen niet meer aan de realiteit onttrekken. In het enorm uitgebreide produktengamma dat door hem werd gefabriceerd mocht de vocoder niet ontbreken. De Moog vocoder die tans op de markt is werd echter niet in eigen beheer ontwikkeld, maar wordt in licentie vervaardigd. Licentiehouder is Harald Bode, die al geruime tijd mét een door hem ontwikkelde en inmiddels gepatenteerde vocoder op de markt is. Dit patent zal later in dit artikel wat meer belicht worden.
Een goed beeld van de markt- en prijsontwikkeling sinds 1975 wordt gegeven in de grafiek van figuur 1 waarin alle tans verkrijgbare vocodermerken en typen zijn opgenomen. Zoals te zien volgen de nieuwe typen elkaar de laatste twee jaar ontzettend snel op. Voor degenen die meer geinteresseerd zijn in prijzen dan in verschijningsdata geeft tabel 1 nog een alfabetische lijst van alle typen met de bijbehorende richtprijzen.

Toepassingssektoren

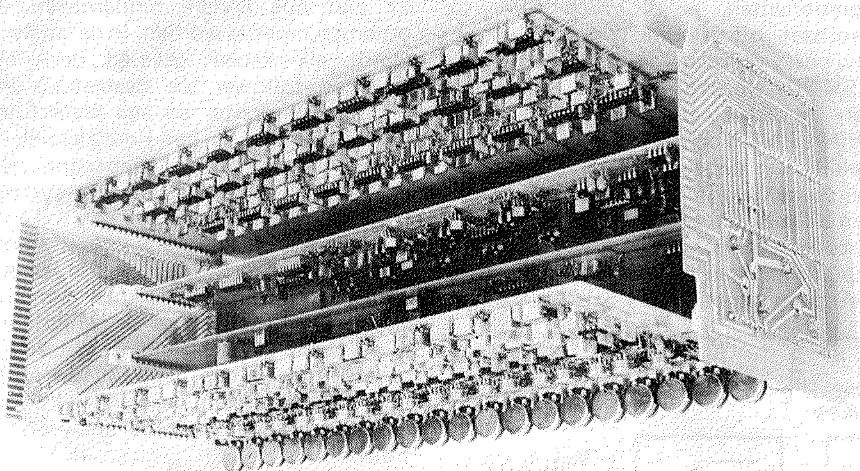
De eerste grote vocodersystemen die op de markt kwamen (EMS Vocoder, Sennheiser VSM 201, Syntovox 221) bakenden eigenlijk hun eigen toepassingsgebied af. In de eerste plaats was er de vaak exorbitant hoge prijs die hem buiten de beurs van musici en kleinere geluidsstudio's plaatste, terwijl bovendien de komplexiteit van het apparaat niet direct uitnodigde artistieke hoogstandjes ten beste te geven. Het gebruik was min of meer voorbehouden aan grote studio's, radiostations, filmstudio's en een enkele bekende popformatie, of komponist met eigen studiofaciliteiten. Daarnaast kon een systeem dat zich kenmerkte door goede verstaanbaarheid en nauwkeurigheid toegepast worden op het terrein van het spraakonderzoek en de fonetiek.
Nog steeds was echter de weg niet gevonden naar het grote afzetgebied dat wordt gevormd door de talloze musici die voortdurend op zoek zijn naar nieuwe geluiden en effekten. Ieders verwachting dat Japan, het land dat per definitie konsumentenmarkten openbreekt, de eerste zou zijn met een vocodersysteem tegen een prijs die betaalbaar was voor de individuele musicus, werd niet bewaarheid.
In november 1978 werd op de tentoonstelling van de Audio Engineering Society te New York door de Amerikaanse firma Electroharmonix een vocodersysteem geïntroduceerd voor een bedrag van rond de 800 dollar. Weliswaar presenteerde de Japanse fabrikant Korg eveneens een vocoder, maar daar was de prijs veel hoger van. De kennelijke haast waarin beide typen zijn geconcipieerd is opvallend, evenals de onwennigheid van het verkoop-



apparaat, dat plotseling voor de taak stond een heel breed publiek voor te lichten over en vertrouwd te maken met een ingewikkeld apparaat. Een apparaat waarmee zo ongelooflijk veel kon, maar waarvan de meesten slechts het "sprekende Muziekeffekt" kenden.
Een geheel ander gebied waarin vocoders kunnen worden ingezet is dat van de spraakleer. De vocoder kan bijvoorbeeld dienst doen in een leersysteem voor spraakgehandicapten. Klanken, of zelfs woorden kunnen door de vocoder worden geproduceerd als voorbeeld voor de leerling, terwijl tevens het resultaat van de door de leerling uitgesproken klanken vergeleken kan worden met de voorbeelden.
Nog een andere, en misschien wel heel belangrijke toepassing van de vocoder is te vinden in de expressieleer. Het bewerken van klanken door met de mond andere klanken te maken blijkt vaak een bevrijdend effekt te hebben voor mensen die zich aan deze terapie wagen, vooral wanneer het een groepsterapie betreft. De interessantste en vaak grappigste effekten zijn pas te bereiken wanneer men zich losmaakt van allerlei remmingen ten aanzien van de groep.

Specifieke muziektoepassingen

Behalve de mogelijkheid die de vocoder biedt spraakklanken over te dragen op de klank van een muziekinstrument (Electric Light Orchestra, Herbie Hancock) of op een ander willekeurig geluidseffekt, is het bij uitstek een geschikt hulpmiddel om simpelweg klankkleur of timbre van een geluidsbron te kleuren, bijvoorbeeld met behulp van met de mond gemaakte klanken.
Helemaal zonder meer gaat dat niet. Er is een aantal beperkende voorwaarden met betrekking tot de gekozen geluidsbronnen. Twee daarvan zijn van essentieel belang: in de eerste plaats is het noodzakelijk dat beide geluidseffekten op hetzelfde moment plaatsvinden en in de tweede plaats moeten de spektra van beide geluidseffekten elkaar zoveel mogelijk overlappen. Voorbeelden hiervan zijn te vinden in de grafiekjes van figuur 2 en 3.
Behalve het beïnvloeden van het timbre van een muziekinstrument met de stem wordt eveneens de dynamiek (luidheid) van de met de mond gemaakte klanken overgedragen op het muzieksignaal. Dit laatste kan op zich al interessant genoeg zijn om de vocoder in te zetten bij het bewerken van klanken. Het aanzwellen of uitsterven van klanken kan eenvoudig worden bestuurd door harder of zachter te zingen. Ook kunnen instrumenten die van nature een zachte, geleidelijke inzet (attack) hebben, harder worden ingezet door met de mond plofgeluiden te maken. Akkoorden die op een orgel, polyfone synthesizer of string ensemble worden gespeeld kunnen prachtig gekleurd en ritmisch geartikuleerd uit de vocoder worden getoverd door met de mond korte, in toonhoogte variërende klanken te produceren. Enige oefening vraagt dit uiteraard wel. De muzikale resultaten die met behulp van een vocoder kunnen worden behaald, zijn volkomen afhankelijk van de mondvaardigheid (en vaak ook de lange adem) van de vocoderbespeler.
Een van de belangrijkste en meest in het oog springende eigenschappen van de vocoder in de muziek is dat het instrument een soort interface, of tussenpersoon, zou moeten zijn tussen musicus en muziekinstrument. De vocoder is bij uitstek het hulpmiddel voor de musicus om zijn eigen signatuur of sound aan te brengen in zijn klankmateriaal doordat hij onmiddelijk, dus "real time", kan ingrijpen, korrigeren, wijzigen, in een klankstruktuur. Hij kan de klank schriller maken, of harder, ronder, zachter. Aangezien het resultaat op hetzelfde moment hoorbaar wordt, ontstaat een vorm van terugkoppeling, of feedback, tussen instrument en bespeler die de toonvorming zoals die plaatsvindt bij het bespelen van een akoestisch instrument benadert. Denk aan vingerbeweging (touchez) bij klavierinstrumenten en denk bijvoorbeeld aan lipspanning en aanzet (embouchure) bij blaasinstrumenten. Ook

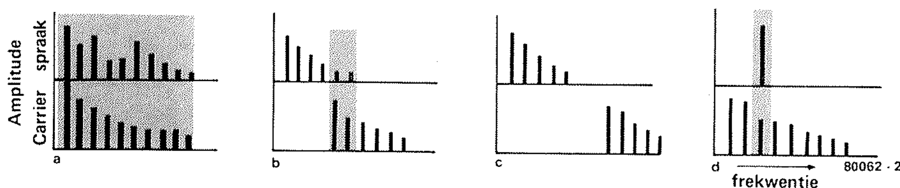


hierbij is voortdurend sprake van feedback, welke uiteindelijk het resultaat van de geproduceerde klank bepaalt.
Bij elektronische instrumenten wordt deze terugkoppeling afgeremd doordat programmering, presets, e.d. uitsluitend zijn te veranderen door ingrijpen met de hand of de voet, en dan nog zodanig dat het klankresultaat nooit een direkte weerspiegeling zal zijn van de intenties van de musicus.

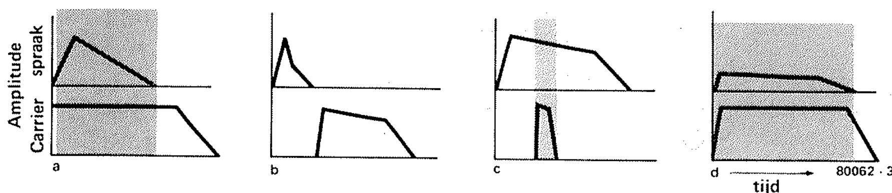
Ontwerpproblemen

Om iets te kunnen begrijpen van de problemen die zich voordoen bij het ontwerpen van een produktierijp en reproduceerbaar apparaat als een vocoder, is het noodzakelijk om wat dieper in te gaan op het principe van dit systeem. Daarbij zouden we trouwens eenieder willen aanraden ook de in januari en februari '78 in Elektuur gepubliceerde artikelen over vocoders er nog eens op na te slaan. Die bevatten een hoop informatie die hier slechts ten dele zal worden herhaald.
Een vocoder bestaat eigenlijk uit niets meer of minder dan twee identieke groepen filters waarbij de ene groep dient om het spraakspektrum in stukjes te delen en om te zetten in meetwaarden die gebruikt worden om met de andere groep filters het spraakspektrum weer op te bouwen. Dat lijkt een nutteloze bezigheid, ware het niet dat de tweede groep filters een geheel ander signaal aangeboden krijgt als basis voor dat spraakspektrum. De eerste groep filters vormt de analyzer, en de tweede groep de synthesizer. Het signaal dat aan de synthesizer wordt aangeboden wordt in de wandel de "carrier", of ook wel het vervangingssignaal genoemd.
De analyzer, waarvan figuur 4 een blokschematische voorstelling geeft, zou vergeleken kunnen worden met een graphic equalizer (zie Elektuur, juni '77), met dien verstande dat de uitgangen van de filters niet worden opgeteld, maar afzonderlijk worden gevolgd door een gelijkrichter en een afvlakfilter, een kombinatie die ook wel envelope follower, of omhullende detektor wordt genoemd. Op deze wijze zou nu een audiosignaal kunnen worden omgezet in meetwaarden die als stuurspanningen (V_C's) voor het synthesedeel kunnen worden gebruikt.
De tweede groep filters, het synthesedeel dus, zou ook (zoals figuur 5 laat zien) eenvoudigweg kunnen bestaan uit eenzelfde graphic equalizer waarvan alle filters worden gevolgd of worden voorafgegaan door even zovele spanningsgestuurde versterkers (VCA's). Dit systeem, in zijn eenvoudigste vorm, zou de vocoder moeten kunnen zijn, en ongetwijfeld zal een in de verte verwant effekt kunnen worden verkregen. Verstaanbaarheid en dynamiek zouden echter ver te zoeken zijn.
Uit talloze onderzoekingen en proeven is nu een aantal eisen voor de zojuist omschreven systeemblokken te destilleren, afhankelijk ook enigszins van het doel waarvoor de vocoder zal worden ingezet.
In het algemeen kan voor het overbrengen van spraakklanken op ander geluidsmateriaal worden volstaan met de filters onder te brengen in het gebied van circa 300 Hz tot 3 kHz. Het zal duidelijk zijn dat hoe meer filters en hoe groter het gebied, hoe beter de definitie zal zijn. Bij de grote vocoders van EMS, Sennheiser en Synton varieert het aantal filters tussen 22 en 20, gedefinieerd in een gebied van ongeveer 200 Hz tot 8 kHz. Deze frekwentiewaarden geven het gebied aan waarbinnen met behulp van bandfilters wordt gemeten, c.q. bewerkt. Onder 200 Hz en boven 8 kHz is een laagdoorlaat- respektievelijk hoogdoorlaatfilter werkzaam, waardoor het hele audiogebied van circa 30 Hz tot 16 kHz wordt omvat.
Wanneer een groot aantal filters wordt toegepast is de onderverdeling binnen de gebruikte band niet al te problematisch. In dat geval echter worden wel hogere eisen gesteld aan de eigenschappen van het filter zelf wat betreft bandbreedte en tolerantie van de centrumfrekwentie. Bij de grote vocodersystemen zoals die reeds genoemd zijn liggen de frekwenties van de bandfilters meestal ongeveer een terts uit elkaar. Bij vocoders met minder kanalen liggen de frekwenties uiteraard verder uit elkaar, en bovendien soms niet allemaal op gelijke intervallen. Dit laatste is noodzakelijk indien een zekere mate van verstaanbaarheid gerealiseerd moet worden.
Een ander, onmiddellijk samenhangend verband met het aantal filters is de bandbreedte en de steilheid voorbij de kantelpunten. Wanneer de filters dichter bij elkaar liggen en niet voldoende steil zijn, is het overlappingsgebied groter. In dit geval ontstaat een onduidelijk, "wollig" spraakresultaat. Een voorbeeld hiervan is reeds gegeven in de vergelijking van de vocoder met twee equalizer-systemen.
De eenvoudigste en goedkoopste manier om een steil filter te maken wordt geboden door de gyrator, maar ook hier blijkt verstaanbaarheid ver te zoeken, in dit geval als gevolg van de hinderlijke neiging tot resoneren van het

2



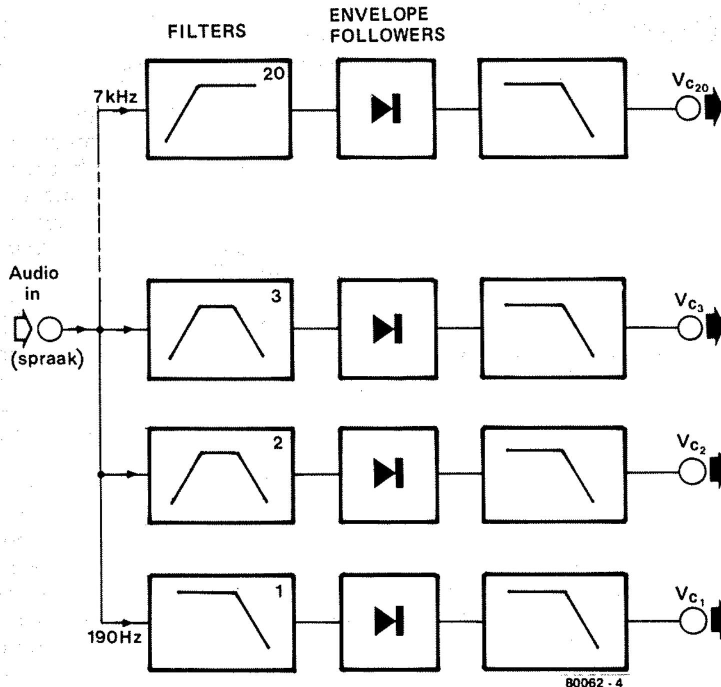
3



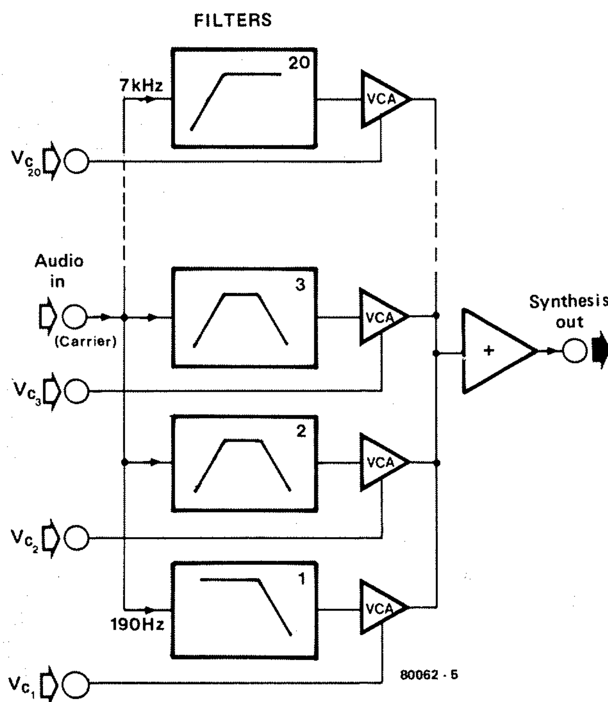
Figuur 2 en 3. De aan de vocoder toegevoerde spraak- en carrier-signalen moeten elkaar zowel spektraal (figuur 2) als in tijd (figuur 3) overlappen. In de voorbeelden geven de gearceerde gebieden een indikatie omtrent de kwaliteit van het effekt. Hoe groter de overlap (figuur 2a, 3a, 3d) des te sterker het effekt.

systeem en het doorlekken van andere frekwenties. Afijn, het komt er op neer dat hoewel er ogenschijnlijk mogelijkheden genoeg zijn, de praktijk helaas leert dat er eigenlijk maar één soort filter goed voldoet en dat is, zoals te verwachten viel, niet het goedkoopste. Voor de beste verstaanbaarheid ligt een praktisch optimum bij een filter met een initiële helling van 50 tot 54 dB/oktaaf. Dit type filter is toegepast is de Syntovox 221 Vocoder van Synton. Door de grote gevoeligheid voor spreiding van komponenten, en door het grote aantal komponenten, is dit type filter bij voorbaat uitgesloten voor gebruik in low-cost vocoders. In de Sennheiser VSM 201 worden filters met een helling van 36 dB/oktaaf toegepast, en in de grote EMS-Vocoder filters met een helling van ongeveer 30 dB/oktaaf. Het zal duidelijk zijn dat een zeer groot deel van de vaak hoge prijs voor professionele vocodersystemen terug te vinden is in materiaalkosten en montagekosten voor het grote aantal filters dat in dergelijke systemen wordt toegepast.

4



5



Figuur 4 en 5. Een vocodersysteem in zijn eenvoudigste vorm. Figuur 4 toont het analyser-deel, waarin via een stel filters en gelijkrichters (envelope followers) het spraaksignaal wordt omgezet in een aantal regelspanningen (V_c's). In het synthesedeel van figuur 5 sturen die regelspanningen de achter het identiek gefilterde vervangings(carrier-)signaal geschakelde VCA's.

Er zijn nog andere hindernissen die genomen moeten worden. In de analyser wordt elk kanaal gevolgd door een envelope follower die bestaat uit een precisiegelijkrichter en een afvlakfilter. In dit gedeelte is het noodzakelijk te letten op uitgangs-offset-spanningen, daar die de dynamiek van het systeem grondig kunnen bederven. Tenzij geselekteerde komponenten kunnen worden gebruikt, moet er afgeregeld worden. De afsnijfrekwentie van het laagdoorlaatfilter achter de gelijkrichter is eveneens kritisch. Het is niet aan te bevelen alle filters gelijk te dimensioneren. Beter is het de afsnijfrekwentie te laten oplopen met de analysefilterfrekwenties.

De problemen die zich voordoen bij het ontwerpen van het synthesegedeelte zijn zo mogelijk nog onaantrekkelijker. Alle synthesefilters worden gevolgd door even zovele spannings- of stroomgestuurde versterkers. Wordt nu een lijstje gemaakt van alle beschikbare manieren om een spanningsgestuurde versterker (VCA) te maken, dan komt uiteindelijk de OTA (Operational Transconductance Amplifier) als beste compromis uit de bus, waarmee overigens niet gezegd is dat dit nu een volledig ideaal element zou zijn. Verre van dat. Behalve het probleem van de spreiding in transconductantie (gm) doen zich nog twee andere problemen voor bij de OTA. In de eerste plaats is het ruisnivo vrij ongunstig. Om te grote vervorming te voorkomen moet immers flink verzwakt worden aan de ingang van de OTA. In de tweede plaats is de lek van stuuringang naar uitgang vaak aanzienlijk. De fabrikant van de OTA (CA 3080) treft echter geen blaam, want deze lek wordt niet gespecificeerd. Helaas is het voor de vocoder zeer essentieel dat de lek zo klein mogelijk is, omdat anders de stuursignalen uit de analyzer, bij afwezigheid van een carriersignaal, doorbreken naar de uitgang. Dit veroorzaakt een zeer hinderlijk effekt.

Ook hier blijft slechts de keus tussen selekteren of afregelen en eigenlijk moet voor echt goede resultaten zowel het een als het ander worden gedaan. In het zelfbouwontwerp van de vocoder zijn om deze redenen zoveel mogelijk afregelelementen opgenomen, daar een strenge kwaliteitskontrole voor de zelfbouwer nauwelijks haalbaar is.

Het tot zover beschreven vocodersysteem is opgebouwd uit de meest noodzakelijke elementen, de analyzer en de synthesizer. Met behulp hiervan kunnen spraakklanken worden overgebracht op ander klankmateriaal. Wat niet mogelijk is met dit systeem is het synthetiseren van spraak waarin ook sisklanken en andere stemloze klanken kunnen worden gevormd. Hiervoor zijn nodig een ruisbron en een detektiesysteem, met behulp waarvan bepaald wordt of een klank stemhebbend (Voiced) of stemloos (Unvoiced) is.

Op deze komplexe schakeling zal misschien in een later stadium worden ingegaan. Voor gebruik in de muzieksfeer is echter het beschreven systeem uitstekend geschikt. De meeste low-cost vocoders die thans op de markt zijn, zijn evenmin voorzien van een dergelijke Voiced/Unvoiced-detektor, hoofdzakelijk om de prijs van het apparaat niet te ver op te drijven. Wanneer wordt gewerkt met muziekinstrumenten die een breed spektrum met veel hoge harmonischen produceren, zal blijken dat ook zonder zo'n detektor toch een heel goed beeld van de stemloze klanken kan worden verkregen.

Patenten

Een speurtocht door de bibliotheek van de Nederlandse Oktrooiraad, gevestigd te Rijswijk, ZH, leert dat er honderden patenten blijken te bestaan die rechtstreeks betrekking hebben op de kanaalvocoder, en minstens even zoveel patenten die zijdelings met de vocoder hebben te maken. Het betreft hier patenten op het gebied van de spraakherkenning, het detekteren van de grondtoon uit spraak, enz.

Het meest recente patent op vocodergebied staat op naam van de Amerikaan Harald Bode, fabrikant van de Bode Vocoder die tevens door Moog in licentie wordt vervaardigd. Het zwaartepunt van dit patent ligt op een door Bode toegepast slimmigheidje om de verstaanbaarheid van zijn vocoder, waarin filters met een helling van slechts 24 dB/oktaaf worden toegepast, te verbeteren.

Zoals eerder in dit artikel is uiteengezet is de mate van verstaanbaarheid van gesynthetiseerde spraak evenredig met het soort, de orde en de kwaliteit van de filters. Wanneer nu een vocoder niet is ingericht om spraaksynthese te kunnen realiseren (dat wil zeggen dat met behulp van externe stuurspanningen verstaanbare klanken kunnen worden opgewekt) dan is het mogelijk om de verstaanbaarheid bij muziektoepassingen te verbeteren door het hoogfrekwente deel van het spraakspektrum boven cirka 3 kHz bij het uitgangssignaal van de vocoder op te tellen. Dit hoogfrekwente materiaal bevat uitsluitend de sisklanken en de transiënten zoals die zich voordoen bij de K, de P, en de T. De nadelen van dit systeem zijn, zoals gezegd, het feit dat bij afwezigheid van de echte stem geen optimaal verstaanbaar resultaat te behalen is, daar immers nu de hoogfrekwente informatie niet aanwezig is. Bovendien is een nadeel van deze "high frequency bypass" het effect alsof er lek is in het systeem. Een en ander neemt niet weg dat het interessant is om er bij een zelfbouwvocoder wat mee te experimenteren.

Toekomst

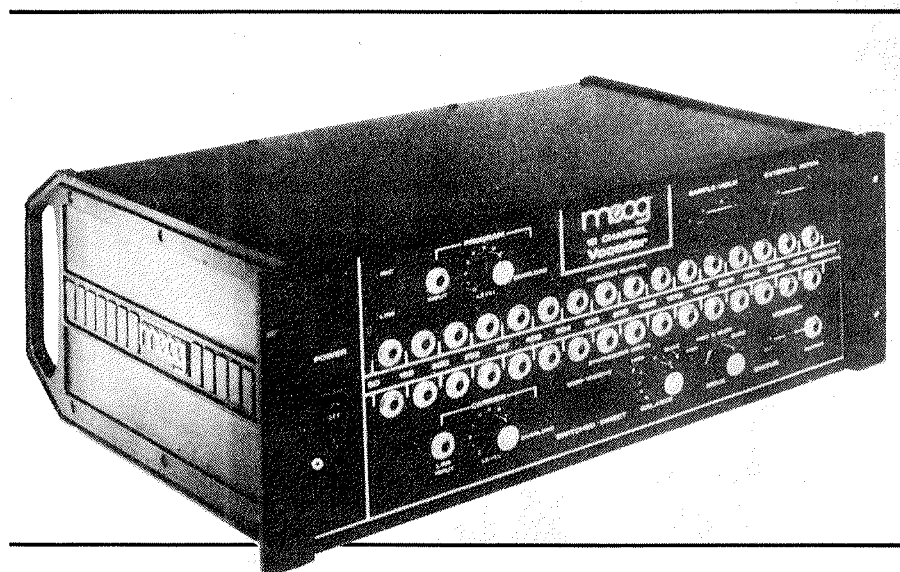
Het is moeilijk een voorspelling te doen over de toekomst van de vocoder. Voorlopig ziet het er niet naar uit dat het systeem, dat eigenlijk een konventioneel brok analoge elektronica is, in digitale vorm op de markt zal komen. Het unieke van de kanaalvocoder bestaat hieruit dat het systeem "real time" is, dat wil zeggen dat een signaal direkt geanaliseerd wordt en dat de meetwaarden daarvan onmiddelijk gebruikt kunnen worden voor een nieuwe klanksynthese.

Ondanks de problemen die inherent zijn aan het gebruik van steile filters (fasedraaiing) ziet het er niet naar uit dat vooralsnog een betaalbare digitale oplossing beschikbaar zal zijn. Het synthetiseren van spraak zonder meer is uiteraard een andere zaak. Hiervoor is een aantal digitale metoden beschikbaar. Het analyseren van komplexe signalen via de computer blijkt echter nog steeds niet real time te kunnen gebeuren.

Wat de populaire muziekvocoder betreft staat ons ongetwijfeld nog veel te wachten. Het aantal merken en typen dat op de markt zal verschijnen zal snel toenemen, en uiteraard zal dit gepaard gaan met een daling van de prijzen. Het valt echter niet te verwachten dat de vocoder binnen afzienbare tijd te koop zal zijn voor dezelfde bedragen die thans worden betaald voor de zogenaamde "effectboxes". Komplexiteit, de grote hoeveelheid komponenten en de vrij hoge eisen die daaraan gesteld dienen te worden indien een hoogwaardig produkt wordt vereist, als ook de arbeidsintensiviteit, zijn faktoren die massa-afzet voor ultralage prijzen voorlopig niet mogelijk zullen maken.

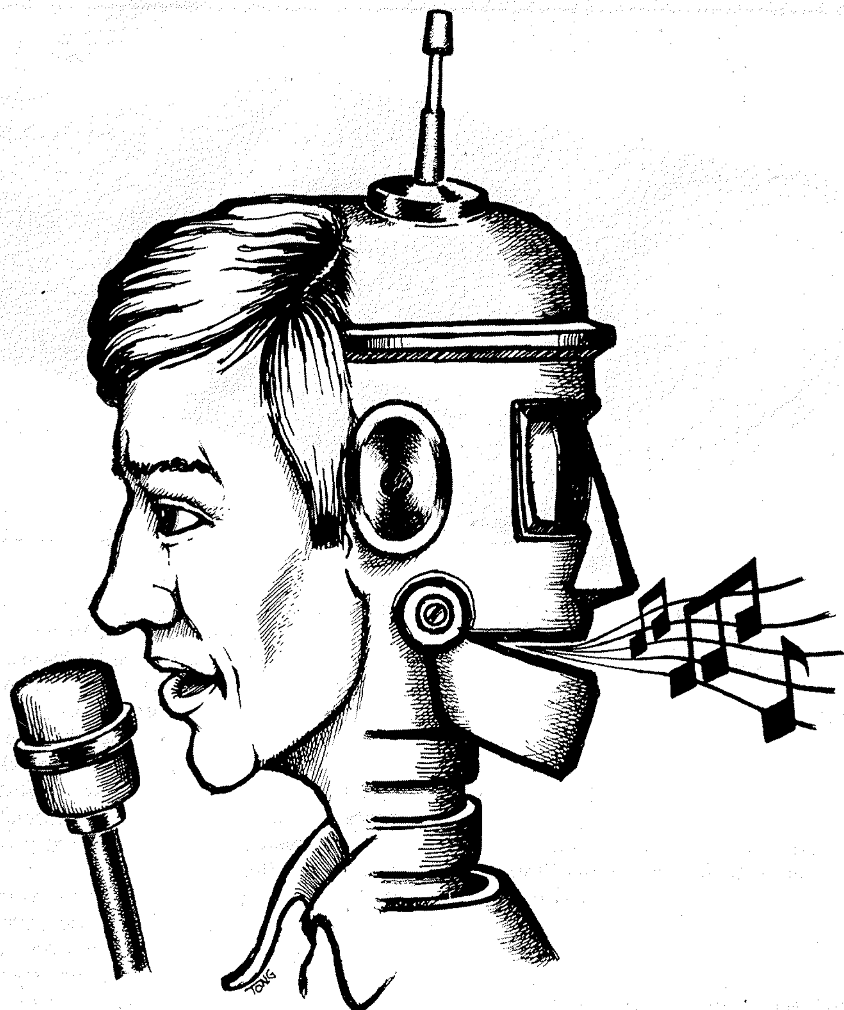
Wat wel met grote zekerheid is te voorspellen is de toepassing van de vocoder onder meer in de orgelindustrie. Vermoedelijk zullen binnen enkele jaren de meeste orgels zijn uitgerust met een knopje "Vocoder", waarmee een van de boeiendste en tot kreativiteit uitnodigende effekten van onze tijd kan worden ingeschakeld. ◼

Literatuur:
Elektuur, januari en februari 1978, "Vocoders" deel 1 en 2.
Elektuur, juni 1977, "Elektuur-equalizer".





Foto's. De bij het artikel afgedrukte foto's tonen wat kommerciële vocoders van diverse merken. Vooral de ene "interieurfoto" geeft een heel aardig idee van de komplexiteit van de wat duurdere typen. Dat interieur hoort overigens bij de 20-kanaals vocoder type 221 van Syntovox.



spraakvervormer

de 2206 toegepast als chopper, ring- en frekwentiemodulator

De vervorming van spraak, muziek en andere geluiden met behulp van de elektronica zal menig musicus, bandrecorderfanaat en elektronicus fascineren. Met het oog hierop worden hier enige schakelingen met het funktiegenerator-IC type 2206 besproken, waarmee op eenvoudige wijze goede vervormingseffekten te realiseren zijn.

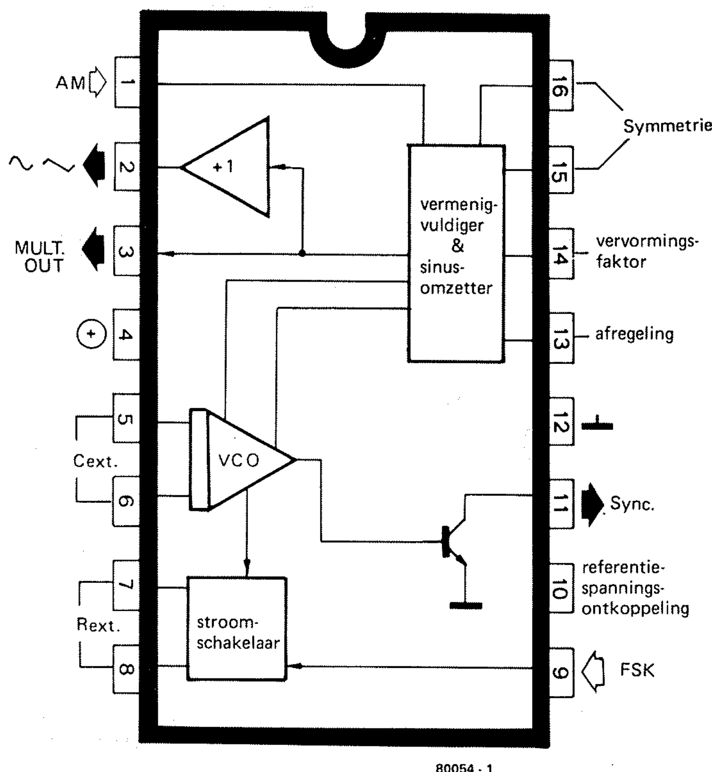
De alom bekende en indrukwekkende vervormer voor allerlei audiosignalen is de ringmodulator. Een dergelijke schakeling, zoals de ringmodulator uit Elektuur van maart '79, bezit twee ingangen. Wil men daarmee bijvoorbeeld een spraaksignaal bewerken, dan heeft men behalve een mikrofoonsignaal ook een draaggolfsignaal nodig, dat van een externe sinus-, driehoek- of blokglofgenerator zou kunnen worden betrokken. Deze externe generator is echter niet nodig, wanneer de 2206 wordt toegepast, hetgeen een besparing in de bouwkosten betekent. Het IC bezit n.l. een generator en een vermenigvuldiger die als een uitstekende ringmodulator kan werken.
In figuur 1 is een blokschema te zien van het IC. De oscillator (VCO) is intern doorverbonden met de vermenigvuldiger. Men hoeft slechts het te vervormen signaal aan de vermenigvuldigeringang pen 1 aan te sluiten en aan de uitgang pen 2 is het ringmodulatorsignaal voorhanden. Erg eenvoudig nietwaar?

Eenvoudige ringmodulator met de 2206.

Natuurlijk zijn er voor de goede werking van het IC een aantal externe komponenten nodig. In figuur 2 is de opbouw van de 2206 als ringmodulator weergegeven. Door vergelijking met figuur 1 is de werking eenvoudig te verklaren.
Kondensator C4 bepaalt het frekwentiebereik van de VCO en met de 1 MΩ-potentiometer is de frekwentie regelbaar tussen ongeveer 10 Hz en 10 kHz. De glofvorm van het oscillatorsignaal is afhankelijk van S1; bij een gesloten schakelaar is dit een sinus en bij geopende een driehoekspanning. Het ingangssignaal wordt via een koppelkondensator C1 aan de modulatieingang toegevoerd. Een spanningsdeler, gevormd door de komponenten R1, P2 en R2, zorgt voor twee instellingen: De spanning op elko C2 verzorgt de gelijkspanningsinstelling van het IC. Met instelpotmeter P2 is de vermenigvuldiger af te regelen op maximale onderdrukking van het draaggolfsignaal.
P2 wordt zodanig ingesteld, dat het uitgangssignaal nul is bij open of kortgesloten ingang. Alleen in dit geval zal de vermenigvuldiger als ringmodulator werken. Bij een onjuiste instelling met P2 zal het oscillatorsignaal aan de uitgang verschijnen en zal het ingangssignaal dit oscillatorsignaal in amplitude moduleren.
De voedingsspanning van de schakeling moet gestabiliseerd zijn, zodat een stabiele instelling van de draaggolfonderdrukking verkregen wordt. Bij een

ongestabiliseerde voeding zal door het schommelen van de voedingsspanning doorzingen van de draaggolffrekwentie optreden. Tevens zou P2 steeds opnieuw ingesteld moeten worden.

1



Figuur 1. Blokschema van het funktiegenerator-IC 2206. Het IC bevat een VCO die met een vermenigvuldiger verbonden is. De vermenigvuldiger is uitermate geschikt voor toepassing als ringmodulator.

Uitbreiding tot chopper en frekwentie-modulator

Zoals figuur 3 aangeeft, zijn er voor deze versie nog verschillende komponenten toegevoegd. Er is wel naar gestreefd de schakeling zo eenvoudig mogelijk te houden. Daartoe werden dan ook alle mogelijkheden die het IC biedt ten aanzien van vervormingseffekten uitgebuit. Bovendien heeft men dan ook nog het voordeel, dat de frekwentie-instelling van de oscillator lineair is.

De schakeling voor ringmodulatie is vrijwel identiek aan die van figuur 2, met uitzondering van draaggolfonderdrukking die meer verfijnd is. Deze is nu met P3 grof af te regelen, waarbij P2 zich dan ongeveer in de middenstand bevindt. Hierna kan met de fijnregeling P2 de onderdrukking geoptimaliseerd worden.

Er zijn verschillende komponenten aan de schakeling toegevoegd om deze als chopper en frekwentiemodulator te kunnen laten werken. Beperken we ons eerst tot de chopper-werking dan kunnen we hierover het volgende vermelden: De oscillator van de 2206 heeft een blokgolfuitgang. Een nadere beschouwing van deze uitgang laat zien dat de kollektor van een inwendige transistor is uitgevoerd op pen 11 (zie figuur 1). Bevindt schakelaar S5 zich nu in de stand "chopper" dan is de kollektor van de transistor met de signaaluitgang verbonden en sluit deze periodiek kort. De frekwentie waarmee dit gebeurt is gelijk aan de oscillatorfrekwentie die met P5 te regelen is. Met S2 kan nog gekozen worden, welk signaal gechopped wordt: het originele ingangssignaal of het signaal afkomstig van de ringmodulator.

De frekwentieregeling van de oscillator is ten opzichte van figuur 2 gewijzigd om ook frekwentiemodulatie te kunnen realiseren. De frekwentie is nu lineair evenredig met de spanning aan de loper van P5 en is daarmee nauwkeurig instelbaar.

Een emittervolger met T1 zorgt voor een voldoende hoge impedantie van de FM-ingang. Het modulatiesignaal wordt via een koppelkondensator C7 aan de basis van T1 toegevoerd en wordt daar gesuperponeerd op de met P5 ingestelde gelijkspanning. Met schakelaar S1 is ook hier een keuze te maken tussen ingangssignaal en uitgangssignaal, de frekwentiezwaai is met P1 te regelen. Het frekwen-

Tabel

Technische gegevens betreffende de schakeling van figuur 3.

Funkties:
- Ringmodulator
- Frekwentiemodulator
- Chopper

Frekwentiebereik van de VCO:
- Bereik 1: 1 Hz tot 300 Hz
- Bereik 2: 100 Hz tot 20 kHz

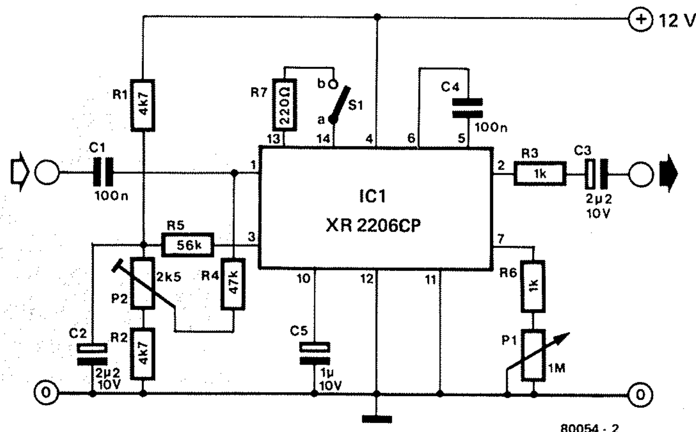
Frekwentiemodulatie:
± 30% frekwentieverandering bij 1 V_{tt} variatie van het modulatiesignaal.

Impedanties:
- Ingang: 30 k
- Uitgang: 20 k

Signaalnivo's:
- Ingangsnivo nominaal 1 V_{tt} (350 mV_{eff})
- maximaal 8 V_{tt} (2,8 V_{eff})
- Uitgangsnivo maximaal 10 V_{tt} (3,5 V_{eff})

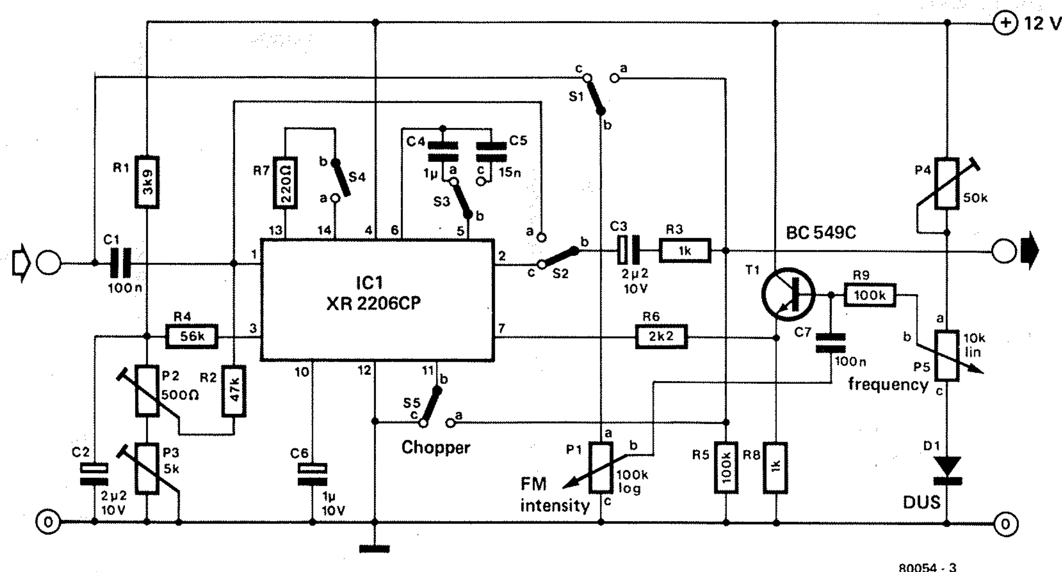
Voedingsspanning: 12 V gestabiliseerd
Stroomopname: max. 30 mA

2



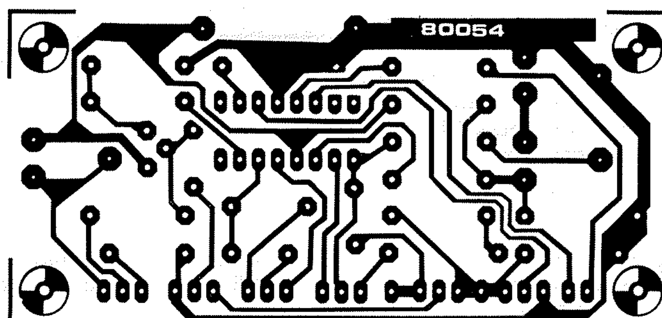
Figuur 2. Het schema van de 2206 als ringmodulator.

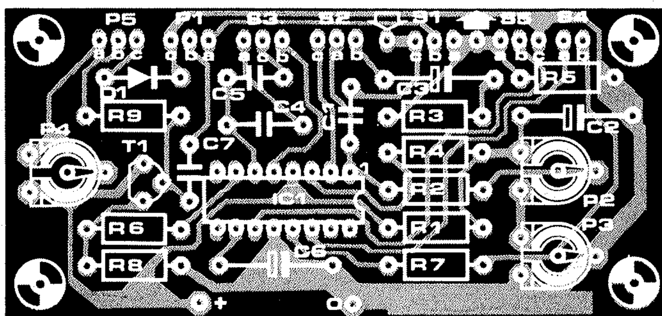
3



Figuur 3. Op basis van de eenvoudige ringmodulatorschakeling met de 2206 is deze schakeling uitgebreid tot een veelzijdige "spraakvervormer". Een gewenst ingangssignaal kan met deze schakeling ring- en frekwentie-gemoduleerd worden. In de stand "chopper" wordt het ingangs- of uitgangssignaal gechopped.

4





onderdelenlijst

Weerstanden:
R1 = 3k9
R2 = 47 k
R3,R8 = 1 k
R4 = 56 k
R5,R9 = 100 k
R6 = 2k2
R7 = 220 Ω
P1 = 100 k Log.
P2 = 500 Ω (470 Ω) instelpot.
P3 = 5 k (4k7) instelpot.
P4 = 50 k (47 k) instelpot.
P5 = 10 k Lin.

Kondensatoren:
C1,C7 = 100 n
C2,C3 = 2μ2/10 V
C4 = 1 μ (foliekondensator)
C5 = 15 n
C6 = 1 μ/10 V

Halfgeleiders:
IC1 = XR 2206 CP
T1 = BC 549C, BC 109C
D1 = DUS (1N4148, 1N914)

Diversen:
S1,S2,S3,S5 = schakelaar 1 x om.
S4 = 1 x aan

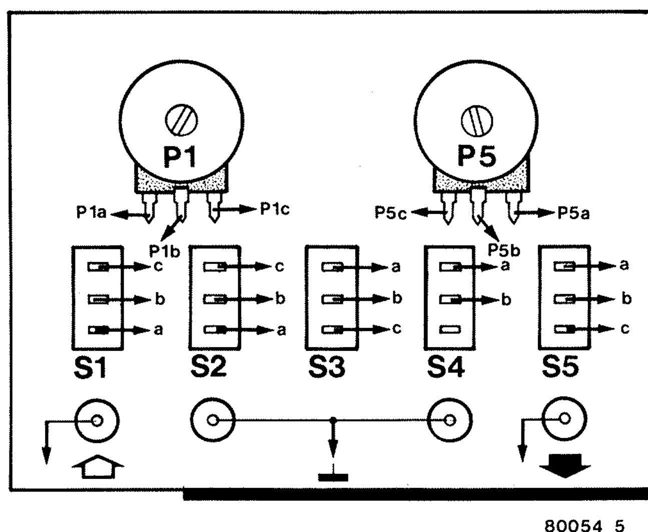
Figuur 4. Print-layout en komponentenopstelling voor de vervormer volgens figuur 3.

tiebereik van de oscillator moet eenmalig met P4 ingesteld worden. Daartoe wordt P5 zodanig verdraaid, dat zijn loper aan P4 ligt (laagste frekwentie). P4 wordt vanuit zijn maximale weerstandswaarde zover verdraaid totdat de oscillator afslaat. Dit is eenvoudig op het gehoor af te regelen, wanneer men het hoogste frekwentiebereik (C5) instelt en P2 iets verdraait (er is dan geen maximale onderdrukking van het oscillatorsignaal). De instelling met P4 is korrekt, als de oscillator net niet afslaat bij het instellen van de laagste frekwentie met behulp van P5.
Over de stabiliteit van deze afregeling kan hetzelfde gezegd worden als bij de afregeling van de ringmodulator op maximale draaggolfonderdrukking. Ook hier is de stabiliteit afhankelijk van de voedingsspanning en verdient het de voorkeur een gestabiliseerde voeding toe te passen. Een eenvoudige voeding met een stabilisator zoals de 78L12 voldoet aan deze eis (bijv. de schakeling met print uit de halfgeleidergids 1978, blz. 7-69).

Hoe klinkt de vervormer?

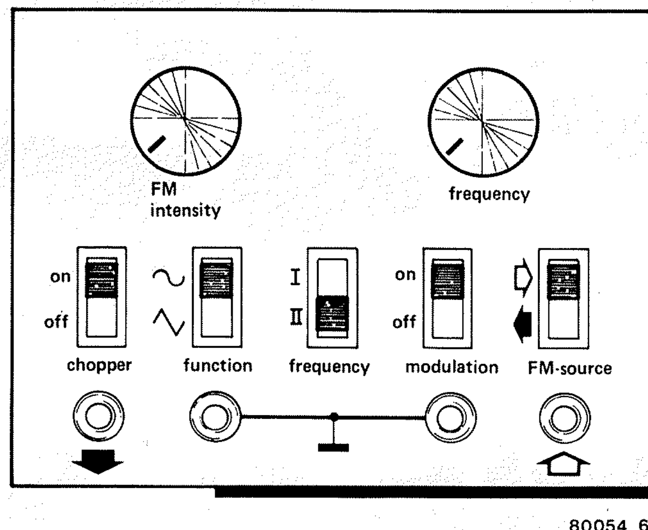
Klankeffekten zijn moeilijk natuurgetrouw te beschrijven; zoiets moet je met je eigen oren horen. De "technische gegevens" in de tabel geven de elektronicus weliswaar voldoende gegevens; een indruk van de geluidseffekten geven ze echter niet.
Bij de meesten zal de klank van een ringmodulator bekend zijn. Deze klank wordt gekenmerkt door het ontstaan van talrijke nieuwe tonen, die in vergelijking met het originele ingangssignaal in geen enkele harmonische verhouding staan. Wie de behoefte heeft om haarscherpe dissonanten te produceren, kan met de 2206-ringmodulator volledig aan zijn trekken komen. Voor dit doel kan men het sukses nog vergroten door de VCO-spanningsvorm van sinus naar driehoek om te schakelen, waardoor nog meer dissonanten geproduceerd zullen worden. Bij zeer lage oscillatorfrekwenties is de geproduceerde klank harmonischer, waarbij interessante ritmische strukturen met de ringmodulator te verkrijgen zijn. De chopper-funktie kan gebruikt worden om bijv. robot- en computer-stemmen te kreëren. Het "choppen" van spraaksignalen levert voor dit doel bruikbare resultaten op. Bovendien kan met de chopper-funktie het ringmodulatorsignaal nog verder vervormd worden, totdat de verstaanbaarheid totaal verloren gaat. Daarnaast is beïnvloeding van de ringmodulator mogelijk door modulatie van de oscillatorfrekwentie. Zo zal bij geringe modulatie het ringmodulatorsignaal een soort vibrato bevatten, terwijl dit uitgangssignaal bij grote modulatie nog veel sterker vervormd klinkt dan alleen door de ringmodulatorwerking. In ieder geval komt de spraakvervormer zijn benaming ten goede; het klinkt altijd vervormd. In welke mate, dat moet ieder voor zich door experimenteren vaststellen. En daarvoor biedt de schakeling genoeg mogelijkheden.

5



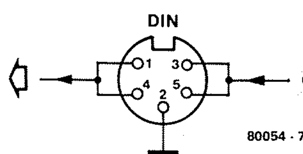
Figuur 5. Bedradingsschema van de zich op de frontplaat bevindende komponenten. De pijlen verwijzen naar overeenkomstige aansluitingen op de print.

6



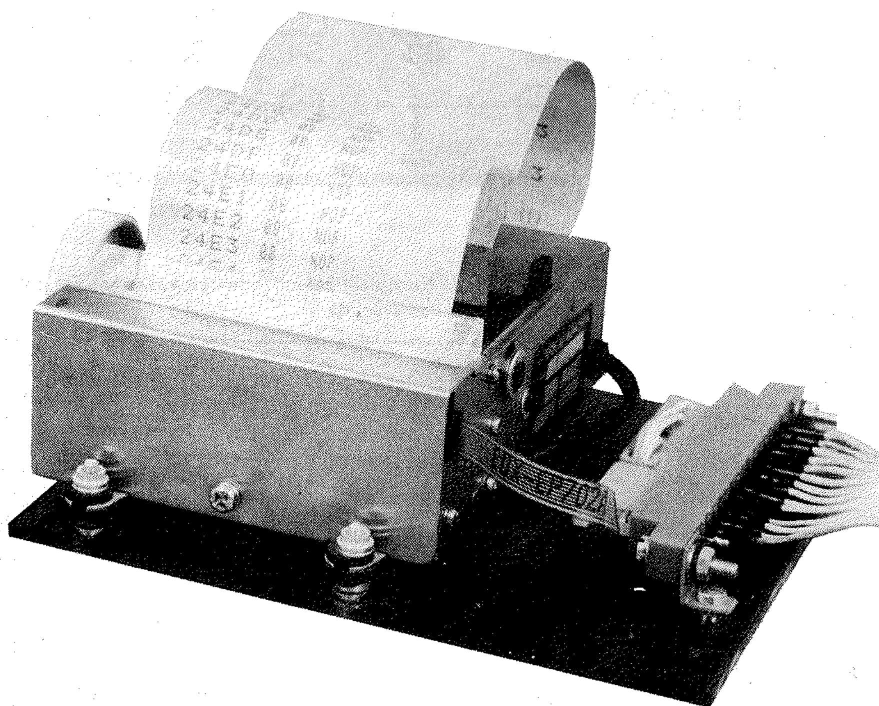
Figuur 6. Het vooraanzicht van de frontplaat, waarop zich schuifschakelaars en banaanstekerbussen bevinden.

7



Figuur 7. Voor het geval dat een DIN-chassisdeel gebruikt wordt, kunnen de aansluitingen 1 en 4 met de ingang en 3 en 5 met de uitgang van de schakeling verbonden worden. Cassette- of bandrecorder kunnen rechtstreeks verbonden worden. Voor een mikrofoon moet er echter een voorversterker worden tussengeschakeld.

Literatuur:
"Funktiegenerator-IC 2206" Elektuur oktober 1975, blz. 1042.
"Funktiegenerator" Elektuur december 1977, blz. 12-48.
"Ringmodulator" Elektuur maart 1979, blz. 3-46.



matrixprinter

papieren display voor μP-systemen

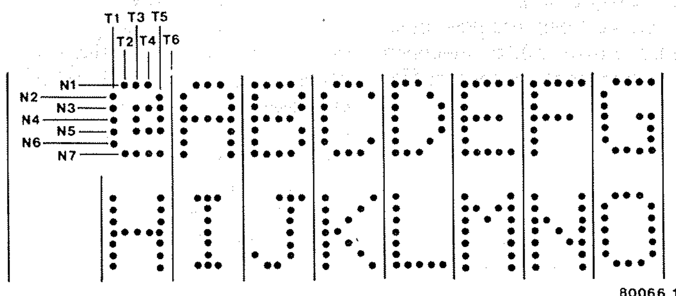
Het kan nuttig zijn om de van microprocessorsystemen afkomstige informatie op papier vast te leggen; deze is dan op ieder moment in een direkt leesbare vorm beschikbaar. Voor kleine μP-systemen die een hexadecimale kode leveren, zoals het SC/MP-systeem, zijn o.a. zogenaamde metaalfoliepapier-matrixprinters ontwikkeld, die via een interface met het μP-systeem verbonden kunnen worden. De matrixprinter en de interface voor het SC/MP-systeem komen in dit artikel aan de orde, evenals de voor de printer benodigde software. Daarnaast vormt een disassembler-programma een zeer nuttige uitbreiding om m.b.v. de printer ongedokumenteerde programma's te kunnen analyseren. De printer en de interface zijn ook bruikbaar bij andere μP-systemen. Daarvoor moet de software wel aangepast worden.

De matrixprinter

De foto laat een matrixdrukker zien van het type MP 310/32L, welke door de firma Datamega uit München geleverd wordt. Deze zogenaamde electrosensitive printer drukt karakters (letters, cijfers en tekens) op een speciaal soort papier. Dit papier is aan de printzijde bedekt met een zeer dun laagje (0,1 μm) aluminium. Hieronder bevindt zich een donkere, kontrasterende laag. Door het aluminium weg te krassen wordt deze laag zichtbaar; men kan er dus al krassend op schrijven.

De matrixprinter doet dit echter op een elegantere wijze. Een drukkop wordt via een motortje langs het papier bewogen. Dit motortje zorgt tevens voor het papiertransport. De drukkop bevat zeven vertikaal opgestelde pennetjes, welke via elektronische schakelaars aan nul volt gelegd kunnen worden. De pennetjes drukken op de metaalfoliezijde van het papier. Deze elektrisch geleidende zijde wordt via een kontaktwals op een spanning van +27 V (afhankelijk van de papiersoort) gebracht. Indien een drukpen aan nul volt ligt, loopt er een stroom van enkele honderden milli-ampères door de metaalfolie en de drukpen. Op de plaats waar het pennetjes op het papier drukt, ontstaat een hoge stroomdichtheid. De gekoncentreerde warmte-ontwikkeling, die hiervan het gevolg is, brandt het metaalfolie weg, waardoor een donkere punt achterblijft. Door meerdere pennen aan nul volt te leggen kunnen zo maximaal 7 punten boven elkaar geprint worden. Indien nu ook de motor van spanning voorzien wordt, verplaatst de drukkop zich van links naar rechts en men ziet, afhankelijk van het aantal aktieve drukpennen, maximaal 7 horizontale lijnen. Aan het einde verplaatst de drukkop zich automatisch naar het begin van de volgende regel. Door de pennen echter pulserend te aktiveren ontstaan stippellijnen. Op deze wijze kunnen nu ook karakters in de vorm van punten gedrukt worden. De drukpennen dienen dan wel zo gestuurd te worden dat een leesbaar schrift ontstaat. In figuur 1 is getracht duidelijk te maken hoe karakters in een puntmatrix geprint kunnen worden. Per karakter staan 5 kolommen T1 t/m T5 van ieder 7 punten N1 t/m N7 ter beschikking. Een karaktergenerator is verantwoordelijk voor de juiste sturing van de drukpennen. Deze karaktergenerator bevindt zich in het elektronische gedeelte tussen het SC/MP-systeem en de printer, de printerinterface genaamd. Hoe een en ander precies in zijn werk gaat komt bij de beschrijving van deze interface aan de orde.

1



Figuur 1. De karakters worden opgebouwd uit maximaal 5 kolommen. Iedere kolom bestaat uit maximaal 7 punten.

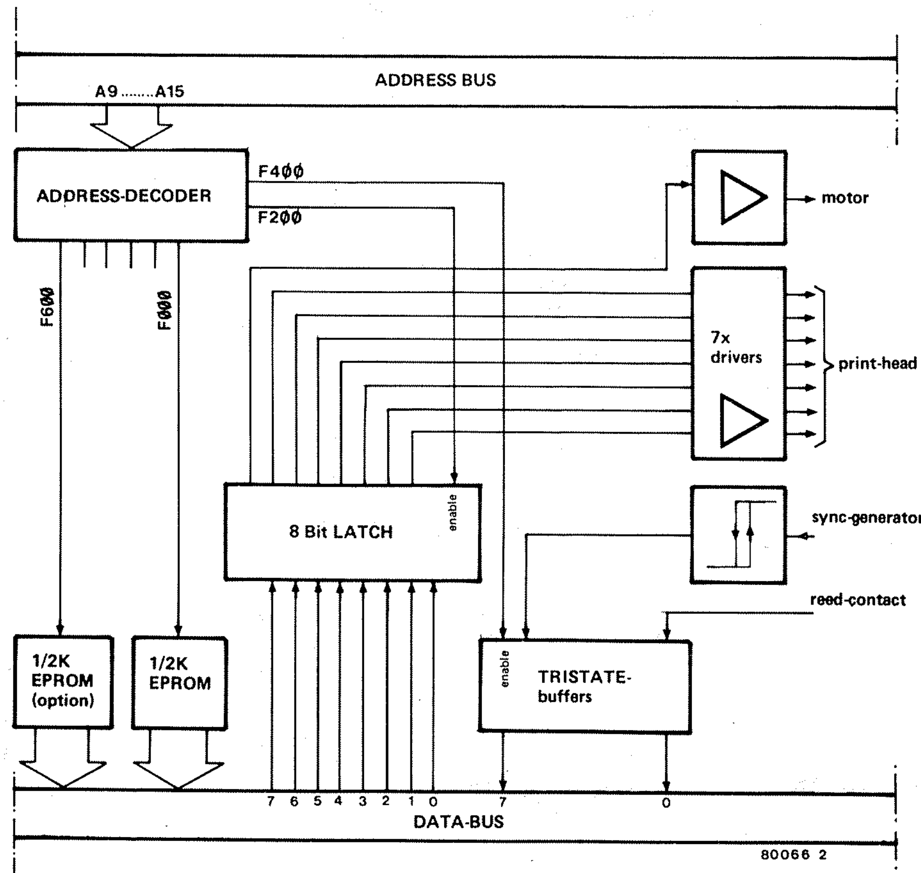
In de printer bevindt zich een reedkontakt dat aan de interface kenbaar maakt wanneer de drukknop het einde van een regel bereikt en weer terug is gekeerd naar het begin van een nieuwe regel. In de printer is verder een syncgeneratortje ondergebracht. Deze generator dient voor de synchronisatie tussen de drukkop en de karaktergenerator. Het generatortje bestaat uit een door de printer-motor aangedreven tandwiel dat langs een kern van een spoel draait. De kern is door middel van een permanentmagneet gemagnetiseerd. Door variatie van het magnetisch veld (veroorzaakt door de tanden) wordt in de spoel een sinusvormige spanning opgewekt. De interface maakt van deze vorm van synchronisatie geen gebruikt, maar zorgt ervoor dat via de software de karakterkolommen evenredig met de snelheid van de printkop gedrukt worden.
Tot zover de beschrijving van de matrixprinter. Zonder printer-interface en zonder de noodzakelijke software is de printer echter niet meer dan een schrijfmachine zonder typist(e).

De interface

In figuur 2 is de interface blokschematisch voorgesteld. Het tussengeheugen (de latch) heeft dezelfde funktie als een RAM-cel. Via een store-impuls (afkomstig van de adresdekoder) wordt de informatie, die zich op dat moment op de databus bevindt, in dit tussengeheugen opgeslagen en via buffers naar de drukpennen gevoerd. Per store-impuls kan dus één kolom punten gedrukt worden. De karakters worden zo kolom voor kolom gedrukt. Voor deze kolominformatie zijn slechts 7 bits nodig adresseerbaar tussen F2ØØ en F3FF; het achtste bit stuurt een speciale buffer die voor aanpassing met de motor nodig is en er voor zorgt dat deze op het juiste moment gestart en bij het terugkeren naar de volgende regel ook weer snel gestopt kan worden. De adresdekodering is aangepast op het gebruik van ½ K adresgebieden. De EPROM met de firmware voor de sturing van het SC/MP-systeem en de karaktervorming (de karaktergenerator) is adresseerbaar van FØØØ t/m F1FF. Het volgende ½ K gebied is voor het adresseren van het tussengeheugen en het daarop volgende gebied van F4ØØ t/m F5FF is gereserveerd voor de tristate-buffer die de databus voorziet van de informatie, afkomstig van het reed-kontakt en de sync-generator. Het vierde adresveld (F6ØØ – F7FF) maakt het mogelijk om een extra EPROM toe te passen, waarin zich bijv. de firmware bevindt om de printerroutine onafhankelijk van Elbug te maken (d.w.z. de push- en pull-routines bevinden zich dan in deze EPROM) of een speciaal printerprogramma. De totale interface beslaat dus een adresbereik van 4 x ½ K = 2 K hetgeen overeenkomt met een halve pagina.

Zoals reeds is vermeld zorgt de firmware voor de karaktervorming en het printen van de karakterkolommen evenredig met de printkopsnelheid. Tevens zorgt deze firmware ervoor dat de tekst per regel wordt afgedrukt en dat er per regel naar keuze 8, 16 of 32 tekens geprint worden. Met het SC/MP-systeem dient de te printen tekst per hele regel ingevoerd te worden. De tekst wordt daartoe in ASCII-kode geladen in een daarvoor te reserveren gedeelte van het RAM-geheugen. Dit kan naar keuze een willekeurig vrij gedeelte van het geheugen zijn. De karaktergenerator binnen de firmware is in staat 64 verschillende karakters te genereren. Van de ASCII-kode die in een geheugenplaats wordt geladen zijn (de laagste) 6 bits voldoende om deze 64 karakters aan te wijzen. De twee hoogste bits van de geheugenplaats worden gebruikt om het formaat aan te geven, n.l. 8, 16 of 32 tekens per regel. Zo is de letter A in 6 bit ASCII 01. Zijn de twee hoogste bits "0" (X'Ø1) dan is het formaat 32 tekens per regel. Voeren we voor A X'41 (bit 7 = 0, bit 6 = 1) in, dan krijgen we 16 tekens per regel. Evenzo geldt voor A X'81, dat het formaat 8 tekens per regel is.
Bij het aanroepen van het firmware programma, moet dit programma de geheugenlokaties (tekstbuffer) kunnen vinden waar de tekens voor een regel

2



Figuur 2. Het blokschema van de interface.

zijn opgeslagen. Het programma vraagt dan via de data-bus de in hexadecimale kode ingegeven tekens van de tekstbuffer af en zorgt ervoor, dat deze tekens volgens een tabel ("look up table") worden omgezet in ASCII-karakters. Het programma zet dan via de akkumulator de vijf karakterkolommen opeenvolgend in het tussengeheugen, zodat er een teken geprint wordt. Het programma verzorgt daarna twee spatiekolommen en print dan het volgende teken. Dit gaat door totdat het eind van de tekstbuffer (max. 32 tekens) bereikt is. Tijdens het drukken staat het reed-kontakt open en is DB ØØ "hoog", aan het eind van een regel gaat dit kontakt dicht en wordt DB ØØ "laag". Zodra DB ØØ "laag" wordt, laadt het programma de tekstbuffer waarin zich de volgende regel bevindt. Daarna blijft het programma DB ØØ afvragen of deze nog "laag" is. De drukkop is dan nog niet teruggekeerd. Bij het begin van een nieuwe regel komt de drukkop op het papier en wordt het reed-kontakt geopend. Het programma zorgt dan voor het printen van een nieuwe regel. Bij de software wordt nader ingegaan op het manipuleren met de tekstbuffer en de printroutine.

De schakeling

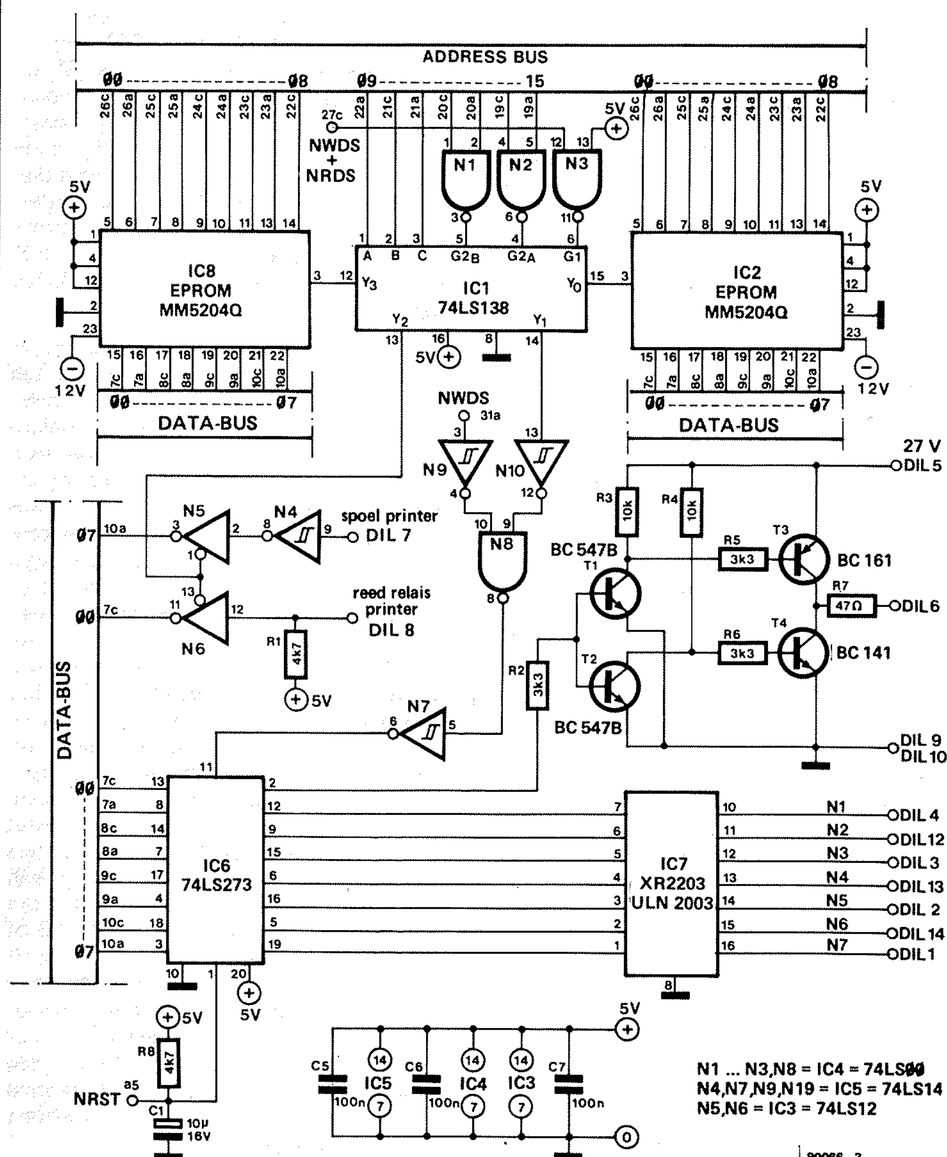
Figuur 3 toont de schakeling van de printer-interface. De adresdekodering vindt plaats met behulp van IC1, die aangesloten wordt op de zeven hoogste adreslijnen van de adresbus (hoogste adres = FFFF) en het NWDS + NRDS signaal. Dit IC is een 3 naar 8 dekoder, maar wordt hier voor de helft gebruikt, n.l. als 3 naar 4 dekoder. Uitgang YO selekteert de EPROM IC2 vanaf adres FØØØ. Deze EPROM is voorts aangesloten op de acht laagste adreslijnen, waardoor ½ K adresseerbaar is. De informatie van de EPROM komt op de databus en wordt door de CPU verwerkt.

De uitgangen Y1 t/m Y3 van IC1 zorgen op overeenkomstige wijze voor de dekodering van respektievelijk de adresvelden F2ØØ tot F4ØØ, F4ØØ tot F6ØØ en F6ØØ tot F8ØØ. De karakterinformatie die op de databus staat, wordt via IC6 doorgegeven aan IC7. Dit IC bevat een zevental drivers die gemakkelijk de stroom door de pennen van de drukkop kunnen verwerken.

De komponenten R8 en C1 zorgen er voor dat bij het inschakelen het tussengeheugen IC6 schoon is (power-on-reset). De schakeling met T1 t/m T4 vormt de start/stop-schakeling voor de motor. Deze schakeling dient tevens als aanpassing daar de motor op ca. +24 V werkt. Bij het stoppen wordt de motor door T4 kortgesloten.

Voorts adresseert uitgang Y2 de tristate-buffers in IC3 in het bereik F4ØØ – F5FF, waardoor de informatie van het reed-kontakt van de printer op de databus voorhanden is.

3



Figuur 3. Het principeschema van de interface.

Onderdelenlijst bij figuur 5

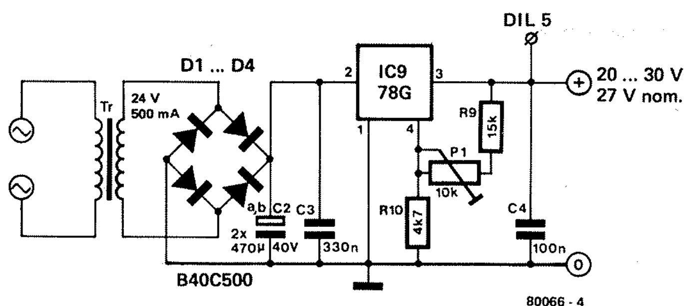
Weerstanden:
R1,R8,R10 = 4k7
R2,R5,R6 = 3k3
R3,R4 = 10 k
R7 = 47 Ω
R9 = 15 k
P1 = 10 k instel

Kondensatoren:
C1 = 10 µ/16 V
C2a,b = 470 µ/40 V
C3 = 330 n
C4,C5,C6,C7 = 100 n

Halfgeleiders:
IC1 = 74LS138
IC2,IC8 = MM 5204Q
IC3 = 74(LS)125
IC4 = 74LS00
IC5 = 74LS14
IC6 = 74LS273
IC7 = XR 2203/ULN 2003
IC9 = 78G
T1,T2 = BC 547b
T3 = BC 161
T4 = BC 141
D1 t/m D4 = B40C500 brugcel

Diversen:
Printer type MP 310/32L (Datamega)
15 polige konnektor type Amphenol 143-015-01, of ITT Cannon G01A15A2AABL, of Datamega DST 002.
14 polige DIL-konnektor

4



Figuur 4. De voeding voor de printer.

De voeding voor de printer (figuur 4) is eenvoudig van opbouw en bezit met P1 een regelbereik tussen de 20 en 30 V, waardoor een kleine intensiteitsregeling van het printen mogelijk is. Overspanning is voor de drukkop niet schadelijk: deze heeft een levensduur die 10 maal langer is dan die van het gehele drukkermechanisme. De motor zal van een iets hogere spanning geen hinder ondervinden, dankzij de serieweerstand R7. Aanbevolen wordt een nominale spanning van 27 à 28 V.

5

Figuur 5. De print lay-out en de komponentenopstelling van de matrixprinter-interface.

De bouw

Figuur 5 toont respektievelijk de printlayout en de komponentenopstelling. De print is op Euro-formaat ontworpen en is voorzien van een 64-polige konnektor, waarmee deze direkt op de BUS van het SC/MP-systeem kan worden aangesloten. Op de print bevindt zich een 14 pens DIL-aansluiting voor de printer. De printer wordt met een 15 polige direkte konnektor via een flat-cable aangesloten op de 14 pens DIL-konnektor. Tabel 1 geeft aan hoe de bedrading tussen de twee konnektors moet zijn. Tevens is aangegeven welk signaal de betreffende lijn voert. Aangezien de voeding zich op de interfaceprint bevindt, is er voorzien in twee aansluitingen voor de transformator. De transformator (24 V) kan dan eventueel in de buurt van de print worden geplaatst. Na het plaatsen van de print op de SC/MP-bus, moet het SC/MP-systeem onveranderd blijven werken. Wel dient men er op te letten dat het printerhuis en het aluminiumfolie-papier een positieve spanning (ca. 27 V) voeren, zodat enig kontakt hiervan met de behuizing (bijv. geaarde metalen kast) van de SC/MP vermeden dient te worden!

De software

Zonder software kan de printer niet funktioneren. De werking van de printerroutine is bij de bespreking van de interface al aangeroerd. De routine staat afgedrukt in tabel 2. Een printerroutine alleen maakt de printer slechts beperkt bruikbaar. Een zeer funktionele uitbreiding vormt daarom de in tabel 4 afgedrukte disassembler. De beide tabellen 2 en 4 zijn met behulp van deze disassembler afgedrukt. Om nu enig inzicht te krijgen in de benodigde software-handelingen zullen deze hier puntsgewijs besproken worden.

De motorstart

Door het tussengeheugen van de interface te adresseren met MOD F2ØØ en daarin als inhoud 8Ø t/m FF te lezen, wordt de motor gestart en worden er respektievelijk 0 t/m 7 horizontale lijnen geprint over de totale regellengte. Het stoppen van de motor kan met de NRST-toets plaatsvinden. Ook kan de inhoud van het tussengeheugen veranderd worden (bijv. ØØ).

De printerroutine

Zoals reeds besproken is kunnen alleen gehele regels gedrukt worden en moet de tekst daarvoor in een gedeelte van het RAM (tekstbuffer) aanwezig zijn. Dit geheugengedeelte kan men vrij kiezen. Er moet in dat geval naar startadres FØØØ van de printerroutine (tabel 2) gesprongen worden. Springen we echter naar adres FØØF van deze routine, dan wordt automatisch het adres ØFØØ als textbase gedefinieerd, d.w.z. dat de ASCII-tekens vanaf dat

Tabel 1. Bedradingsoverzicht.

signaal	DIL-konnektor	printer-konnektor
reed-kontakt	8	1
spoel	7	2
afscherming	9	3
motor +	6	4
motor GND	10	5
wals + 27 V	5	6
NC	11	7
pen 7	1	14
pen 6	14	13
pen 5	2	12
pen 4	13	11
pen 3	3	10
pen 2	12	9
pen 1	4	8
NC	NC	15

Tabel 2. De "listing" van de printerroutine die zich in de EPROM bevindt.

```
  $  Ø
F000  04   DINT
F001  C1F5 LD F5 (1)
F003  36   XPAH 2
F004  C1F4 LD F4 (1)
F006  32   XPAL 2
F007  900D JMP $  1
F009  08   NOP
F00A  08   NOP
F00B  08   NOP
F00C  08   NOP
F00D  08   NOP
F00E  08   NOP
F00F  04   DINT
F010  C40F LDI 0F
F012  36   XPAH 2
F013  C400 LDI 00
F015  32   XPAL 2
  $  1
F016  C4F3 LDI F3
F018  35   XPAH 1
F019  C4FF LDI FF
F01B  31   XPAL 1
F01C  C4FF LDI FF
F01E  CAFF ST FF (2)
F020  C480 LDI 80
F022  C900 ST 00 (1)
  $  2
F024  C101 LD 01 (1)
F026  1E   RR
F027  94FB JP $  2
  $  3
F029  C101 LD 01 (1)
F02B  D401 ANI 01
F02D  9CFA JNZ $  3
  $  4
F02F  AAFF ILD FF (2)
F031  01   XAE
F032  40   LDE
F033  E420 XRI 20
F035  9808 JZ $  5
F037  C280 LD 80 (2)
F039  01   XAE
F03A  40   LDE
F03B  E4FF XRI FF
F03D  9C0F JNZ $  7
  $  5
F03F  C101 LD 01 (1)
F041  D401 ANI 01
F043  98FA JZ $  5
  $  6
F045  C400 LDI 00
F047  C900 ST 00 (1)
F049  37   XPAH 3
F04A  C414 LDI 14
F04C  33   XPAL 3
F04D  3F   XPPC 3
  $  7
F04E  C405 LDI 05
F050  CAFB ST FB (2)
F052  40   LDE
F053  D43F ANI 3F
F055  01   XAE
F056  D4C0 ANI C0
F058  CAFE ST FE (2)
F05A  C4F0 LDI F0
F05C  37   XPAH 3
F05D  C4C0 LDI C0
F05F  33   XPAL 3
F060  C780 LD @80 (3)
F062  C780 LD @80 (3)
F064  C780 LD @80 (3)
F066  C780 LD @80 (3)
F068  C780 LD @80 (3)
F06A  C400 LDI 00
F06C  01   XAE
  $  8
F06D  C2FE LD FE (2)
F06F  9C04 JNZ $  9
F071  C401 LDI 01
F073  900A JMP $ 11
  $  9
F075  E440 XRI 40
F077  9C04 JNZ $ 10
F079  C402 LDI 02
F07B  9002 JMP $ 11
  $ 10
F07D  C404 LDI 04
  $ 11
F07F  CAFC ST FC (2)
  $ 12
F081  C101 LD 01 (1)
F083  94FC JP $ 12
  $ 13
F085  C101 LD 01 (1)
F087  D480 ANI 80
F089  9CFA JNZ $ 13
F08B  C101 LD 01 (1)
F08D  D401 ANI 01
F08F  9CB4 JNZ $  6
F091  40   LDE
F092  9C0A JNZ $ 14
F094  C300 LD 00 (3)
F096  C900 ST 00 (1)
F098  C900 ST 00 (1)
F09A  C480 LDI 80
F09C  C900 ST 00 (1)
  $ 14
F09E  BAFC DLD FC (2)
F0A0  9CDF JNZ $ 12
F0A2  C701 LD @01 (3)
F0A4  BAFB DLD FB (2)
F0A6  9CC5 JNZ $  8
F0A8  40   LDE
F0A9  9C84 JNZ $  4
F0AB  C402 LDI 02
F0AD  CAFB ST FB (2)
F0AF  01   XAE
F0B0  90BB JMP $  8
F0B2  00   HALT
F0B3  00   HALT
F0B4  00   HALT
F0B5  00   HALT
F0B6  00   HALT
F0B7  00   HALT
F0B8  00   HALT
F0B9  00   HALT
F0BA  00   HALT
F0BB  00   HALT
F0BC  00   HALT
F0BD  00   HALT
F0BE  00   HALT
F0BF  00   HALT
  TAB:
F0C0 BE C1 DD D5 DE FE 89 89
F0C8 89 FE FF C9 C9 C9 B6 BE
F0D0 C1 C1 C1 A2 FF C1 C1 A2
F0D8 9C FF C9 C9 C9 C1 FF 89
F0E0 89 89 81 BE C1 C1 C9 F9
F0E8 FF 88 88 88 FF 80 C1 FF
F0F0 C1 80 A0 C0 C1 BF 81 FF
F0F8 88 94 A2 C1 FF C0 C0 C0
F100 C0 FF 82 84 82 FF FF 84
F108 88 90 FF BE C1 C1 C1 BE
F110 FF 89 89 89 86 BE C1 D1
F118 A1 DE FF 89 99 A9 C6 C6
F120 C9 C9 C9 B1 81 81 FF 81
F128 81 BF C0 C0 C0 BF 9F A0
F130 C0 A0 9F BF C0 B8 C0 BF
F138 E3 94 88 94 E3 87 88 F0
F140 88 87 E1 D1 C9 C5 C3 80
F148 FF C1 C1 80 98 84 88 90
F150 8C 80 C1 C1 FF 80 88 B6
F158 C1 C1 80 C1 C1 B6 88 80
F160 80 80 80 80 80 80 80 CF
F168 80 80 80 87 80 87 80 94
F170 FF 94 FF 94 A4 AA FF AA
F178 92 83 93 88 E4 E2 B0 CE
F180 D9 A6 D0 80 84 82 81 80
F188 80 9C A2 C1 80 80 C1 A2
F190 9C 80 94 88 BE 88 94 88
F198 88 BE 88 88 80 C0 B0 80
F1A0 80 88 88 88 88 88 80 E0
F1A8 E0 80 80 A0 90 88 84 82
F1B0 BE D1 C9 C5 BE 80 C2 FF
F1B8 C0 80 C2 E1 D1 C9 C6 A1
F1C0 C1 C5 CB B1 98 94 92 FF
F1C8 90 A7 C5 C5 C5 B9 BC CA
F1D0 C9 C9 B0 81 F1 89 85 83
F1D8 B6 C9 C9 C9 B6 86 C9 C9
F1E0 A9 9E 80 E3 E3 80 80 80
F1E8 C0 B3 80 80 88 94 A2 C1
F1F0 80 94 94 94 94 94 80 C1
F1F8 A2 94 88 82 81 D1 89 86
```

Tabel 3. De "listing" van het demonstratieprogramma.

```
                                     /
  $  0                               /
0E00  08  NOP                        /
0E01  C40F LDI 0F                    / set P1 to
0E03  35  XPAH 1                     /0FF0
0E04  C4F0 LDI F0                    /
0E06  31  XPAL 1                     /
0E07  C4FF LDI [FF]                  /set ROUTAD (0FFC+0FFD)
0E09  C90C ST 0C (1)                 / to FFFF (PRINT-ROUTINE)
0E0B  C4FF LDI FF                    /
0E0D  C90D ST 0D (1)                 /
0E0F  C40E LDI 0E                    / set TEXTAD (0FF4+0FF3)
0E11  C904 ST 04 (1)                 / to 0E30 (TEXT-TABLE)
0E13  C430 LDI 30                    /
0E15  C903 ST 03 (1)                 /
  $  1                               /
0E17  C400 LDI 00                    / JS 3 (PUSH)
0E19  37  XPAH 3                     / set P3 to 0056-1
0E1A  C455 LDI 55                    / and JUMP via XPPC
0E1C  33  XPAL 3                     /
0E1D  3F  XPPC 3                     /
0E1E  00  HALT                       /
0E1F  90F6 JMP $  1                  / JUMP
0E21  00  HALT                       /
0E22  00  HALT                       /
0E23  00  HALT                       /
0E24  00  HALT                       /
0E25  00  HALT                       /
0E26  00  HALT                       /
0E27  00  HALT                       /
0E28  00  HALT                       /
0E29  00  HALT                       /
0E2A  00  HALT                       /
0E2B  55  BYTE                       / SCRATHPAD for
0E2C  55  BYTE                       / PRINTER-ROUTINE
0E2D  55  BYTE                       /
0E2E  55  BYTE                       /
0E2F  55  BYTE                       /
  TAB:                               /
0E30 20 53 43 6F 4D 50 20 20         / TEXT-TABLE
0E38 50 52 49 4E 54 45 52 20         /
0E40 FF                              /
```

adres in het geheugen moeten staan, zodat ze van daaruit opgehaald en vervolgens geprint kunnen worden. Bij een vrije keuze van de textbase moet dit adres in TEXTAD (ØFF4 + ØFF3) vastgelegd worden. De printerroutine wordt dan op FØØØ gestart en kijkt bij TEXTAD waar de tekens opgehaald moeten worden. Er moet echter op gelet worden, dat de printerroutine 5 RAM-bytes als scratch-pad voor verschillende tellers gebruikt. De adressen van deze bytes liggen onder die van de textbase. Bij een korte tekst, die geen volledige regel in beslag neemt, dient de tekstbuffer na het laatste teken te worden afgesloten met X'FF, waardoor de regel na het printen van deze tekst verder schoon blijft. Het is aan te bevelen om volledige regels ook met X'FF af te sluiten, daar er anders een afgebroken 33ste-teken aan het eind van de regel geprint wordt. Nadat in het hoofdprogramma (of in het beginstadium met "MODIFY") de textbase gedefinieerd en de tekstbuffer geladen zijn, volgt het aanspringen van de printerroutine. Dit kan alleen via de Elbug-software-LIFO-stack plaats vinden. Het voordeel hiervan is, dat de push-routine van Elbug de status van de CPU wegschrijft in de stack vóór het uitvoeren van de printerroutine. Na exekutie van de printerroutine wordt er via de routine PULL naar het hoofdprogramma teruggekeerd. De status wordt dan weer uit de stack opgehaald en in de CPU geladen*.

Men gaat als volgt te werk:
Het startadres van de printerroutine-1 (FØØØ-1 = FFFF — pagina-effekt! — of FØØF-1) wordt in ROUTAD (routine-adres ØFFC + ØFFD) geladen en aansluitend moet een JS 3(PUSH)=ØØ56-1 instruktie worden gegeven. Een en ander is aangegeven in het programma dat tabel 3 weergeeft. Dit programma is van de nodige comments voorzien, zodat dit nauwelijks nog enige toelichting vereist. De tekstbuffer (ØE3Ø-ØE4Ø) bevat de tekst —SC/MP——PRINTER— (— = een spatie) deze wordt dus met FF afgesloten.
Voor een nieuwe sprong naar de printerroutine hoeft de textbase niet opnieuw gedefinieerd te worden, daar de inhoud van TEXTAD nog hetzelfde is. Deze inhoud kan echter veranderd worden voor het geval dat de tekens voor een volgende regel uit een ander RAM-gedeelte gehaald moeten worden. Evenzo kan herhaaldelijk naar de printerroutine gesprongen worden d.m.v. de instruktie XPPC3, voor zover de inhoud van het pointer-register (P3) door het hoofdprogramma niet veranderd wordt. Vóór iedere sprong moet dan de tekstbuffer (met een nieuwe tekst) geladen zijn.

De SC/MP-disassembler

Een disassembler-programma is in staat een ongedokumenteerd programma te analyseren en kan met behulp van de matrixprinter een "listing" geven van dat programma. De tabellen 2 t/m 4 zijn met behulp van de disassembler "gelist". De disassembler berekent eerst aan de hand van PC-relatieve sprongen in het te disassembleren programma op welke adressen bepaalde routines beginnen en kenmerkt deze dan met een $-teken en een volgnummer. De struktuur van een programma wordt hierdoor reeds enigszins zichtbaar, zodat verdere analyse van onbekende programma's aanzienlijk wordt vereenvoudigd. De tabellen 2 en 4 vormen voor de liefhebber dus genoeg oefenstof voor het verwerven van analyse-vaardigheid. De disassembler wordt op adres 2600 gestart, waarna er op het display da-d-t-s verschijnt. Er kan dan een keuze uit drie mogelijkheden gemaakt worden: Indrukken van de D-toets (op hex-keyboard) zorgt voor uitgave van een programma via de matrixprinter. Drukken we toets T (blocktransfer) in, dan vindt uitgave via de Elekterminal (1200 BD-flag Ø) plaats. Na 16 regels licht de halt-LED op. Na het indrukken van de halt-reset-toets verschijnen de volgende 16 regels, etc. Indrukken van toets S (subtract) levert een seriële uitgave op via flag Ø met 110 baud. Hierbij wordt er niet gestopt na 16 regels zoals bij de Elekterminal.

Afhankelijk van de eigenschap van de aangesloten periferie kan het voorkomen, dat er tussen twee regels een lege regel geprint wordt. In dat geval kan de inhoud van adres 2516 met modify van 3F in Ø8 veranderd worden. Na het indrukken van één der 3 toetsen D, T, S geeft het display aan voor welke vorm van uitvoer gekozen is. Na deze handeling kan het begin- en het eindadres van een te disassembleren programma ingegeven worden. Is het beginadres XØØØ, dan kan om programmatechnische redenen als eindadres XFFF niet ingegeven worden, maar moet dit XFFE zijn. Komen er in het programma tabellen voor dan wordt toets T (blocktransfer) ingedrukt, waarna er "ta" op de display verschijnt. Daarna kan het begin- en het eindadres van een tabel ingegeven worden. Bij meerdere tabellen (maximaal 15) wordt deze handeling herhaald, daarbij moeten de tabellen in volgorde aangegeven worden. Een tabel mag uit slechts één byte bestaan. Twee tabellen mogen direkt op elkaar volgen. De tabellen worden als hex-matrix uitgeprint. Het is ook mogelijk om met de disassembler een heel programma als hex-matrix uit te printen. Moet er een programma onderzocht worden waarbij de adressen van de tabellen onbekend zijn, dan kan de disassembler het programma onderzoeken. Deze print dan bij de adressen van de tabellen voornamelijk twee vraagtekens, aangezien de disassembler de gegevens van de tabellen interpreteert als ongedefinieerde instrukties die niet in de instruktie-set voorkomen. Voor dit soort instrukties print de disassembler dus ook twee vraagtekens. Wanneer alle tabellen ingegeven zijn, of wanneer er geen tabellen voorkomen, kan de disassembler gestart worden door op iedere toets (behalve de T) te drukken. De disassembler doorloopt dan voor de eerste maal het te onderzoeken programma, gevolgd door een tweede maal waarbij het printen plaatsvindt.

---

* Meer informatie over het werken met ELBUG is te vinden in het Elektuurboek: µcomputer voor zelfbouw 1 (SC/MP) blz. 64-72

Tabel 4. Disassembler-programma

```
$ 0
2000 C45E LDI 5E
2002 C906 ST 06 (1)
2004 C45F LDI 5F
2006 C905 ST 05 (1)
2008 C480 LDI 80
200A C904 ST 04 (1)
200C C903 ST 03 (1)
200E C902 ST 02 (1)
2010 C901 ST 01 (1)
2012 C400 LDI 00
2014 C872 ST 72 =2087
2016 C900 ST 00 (1)
2018 08 NOP
2019 08 NOP
201A C428 LDI 28
201C 35 XPAH 1
201D C400 LDI 00
201F 31 XPAL 1
$ 1
2020 C43E LDI 3E
2022 CA1D ST 1D (2)
2024 C400 LDI 00
2026 37 XPAH 3
2027 C455 LDI 55
2029 33 XPAL 3
202A 3F XPPC 3
202B C202 LD 02 (2)
202D CD01 ST @01 (1)
202F C201 LD 01 (2)
2031 CD01 ST @01 (1)
2033 3F XPPC 3
2034 C202 LD 02 (2)
2036 CD01 ST @01 (1)
2038 C201 LD 01 (2)
203A CD01 ST @01 (1)
203C C40A LDI 0A
203E CA1D ST 1D (2)
2040 3F XPPC 3
2041 C4B0 LDI B0
2043 E208 XOR 08 (2)
2045 9C0F JNZ $ 2
2047 A83F ILD 3F =2087
2049 C407 LDI 07
204B 37 XPAH 3
204C C478 LDI 78
204E CB02 ST 02 (3)
2050 C45F LDI 5F
2052 CB01 ST 01 (3)
2054 90CA JMP $ 1
$ 2
2056 C406 LDI 06
2058 31 XPAL 1
2059 C1FC LD FC (1)
205B 36 XPAH 2
205C C1FD LD FD (1)
205E 32 XPAL 2
205F C601 LD @01 (2)
2061 C1FA LD FA (1)
2063 36 XPAH 2
2064 C9FC ST FC (1)
2066 C1FB LD FB (1)
2068 32 XPAL 2
2069 C9FD ST FD (1)
206B C428 LDI 28
206D 37 XPAH 3
206E C440 LDI 40
2070 33 XPAL 3
2071 C400 LDI 00
2073 C87B ST 7B =20EF
2075 C011 LD 11 =2087
2077 C855 ST 55 =20CD
2079 9C02 JNZ $ 3
207B C5FE LD @FE (1)
$ 3
207D C1FF LD FF (1)
207F C84C ST 4C =20CC
2081 C1FE LD FE (1)
2083 C86C ST 6C =20F0
2085 9001 JMP $ 4
TAB:
2087 12
$ 4
2088 32 XPAL 2
2089 01 XAE
208A 40 LDE
208B 32 XPAL 2
208C C03F LD 3F =20CC
208E 60 XRE
208F 9C09 JNZ $ 5
2091 36 XPAH 2
2092 01 XAE
2093 40 LDE
2094 36 XPAH 2
2095 C05A LD 5A =20F0
2097 60 XRE
2098 9834 JZ $ 9
$ 5
209A 06 CSA
209B 9405 JP $ 6
209D 02 CCL
209E C601 LD @01 (2)
20A0 90E6 JMP $ 4
$ 6
20A2 C601 LD @01 (2)
20A4 94E2 JP $ 4
20A6 D4F3 ANI F3
20A8 E490 XRI 90
20AA 9803 JZ $ 8
$ 7
20AC 03 SCL
20AD 90D9 JMP $ 4
$ 8
20AF 32 XPAL 2
20B0 CB01 ST 01 (3)
20B2 32 XPAL 2
20B3 36 XPAH 2
20B4 CB00 ST 00 (3)
20B6 36 XPAH 2
20B7 C200 LD 00 (2)
20B9 01 XAE
20BA C680 LD @80 (2)
20BC C601 LD @01 (2)
20BE C301 LD 01 (3)
20C0 32 XPAL 2
20C1 CB01 ST 01 (3)
20C3 C300 LD 00 (3)
20C5 36 XPAH 2
20C6 CF02 ST @02 (3)
20C8 A826 ILD 26 =20EF
20CA 90E0 JMP $ 7
TAB:
20CC A6 00
$ 9
20CE 02 CCL
20CF C0FD LD FD =20CD
20D1 981E JZ $ 11
20D3 C501 LD @01 (1)
20D5 36 XPAH 2
20D6 C501 LD @01 (1)
20D8 32 XPAL 2
20D9 C601 LD @01 (2)
20DB B8F1 DLD F1 =20CD
20DD 9C06 JNZ $ 10
20DF C428 LDI 28
20E1 35 XPAH 1
20E2 C402 LDI 02
20E4 31 XPAL 1
$ 10
20E5 C501 LD @01 (1)
20E7 C808 ST 08 =20F0
20E9 C501 LD @01 (1)
20EB C8E0 ST E0 =20CC
20ED 9099 JMP $ 4
TAB:
20EF 65 27
$ 11
20F1 C095 LD 95 =2087
20F3 C9D0 ST D0 (1)
20F5 C1FC LD FC (1)
20F7 CF01 ST @01 (3)
20F9 C1FD LD FD (1)
20FB CF01 ST @01 (3)
20FD A8F1 ILD F1 =20EF
$ 12
20FF C428 LDI 28
2101 37 XPAH 3
2102 C440 LDI 40
2104 33 XPAL 3
2105 C0E9 LD E9 =20EF
2107 C848 ST 48 =2150
$ 13
2109 B846 DLD 46 =2150
210B 9844 JZ $ 16
210D 03 SCL
210E C303 LD 03 (3)
2110 FB01 CAD 01 (3)
2112 01 XAE
2113 C302 LD 02 (3)
2115 FF02 CAD @02 (3)
2117 02 CCL
2118 9813 JZ $ 15
211A 94ED JP $ 13
211C 03 SCL
$ 14
211D C7FF LD @FF (3)
211F 01 XAE
2120 C302 LD 02 (3)
2122 CB00 ST 00 (3)
2124 40 LDE
2125 CB02 ST 02 (3)
2127 06 CSA
2128 94D5 JP $ 12
212A 02 CCL
212B 90F0 JMP $ 14
$ 15
212D 40 LDE
212E 9CD9 JNZ $ 13
2130 C440 LDI 40
2132 F0BC ADD BC =20EF
2134 C897 ST 97 =20CC
2136 C428 LDI 28
2138 F400 ADI 00
213A 01 XAE
213B C090 LD 90 =20CC
213D F0B1 ADD B1 =20EF
213F 31 XPAL 1
2140 B8AE DLD AE =20EF
2142 40 LDE
2143 F400 ADI 00
2145 35 XPAH 1
2146 C1FF LD FF (1)
2148 CB01 ST 01 (3)
214A C1FE LD FE (1)
214C CB00 ST 00 (3)
214E 90AF JMP $ 12
TAB:
2150 00
$ 16
2151 C428 LDI 28
2153 35 XPAH 1
2154 C408 LDI 08
2156 31 XPAL 1
2157 C097 LD 97 =20EF
2159 C9CB ST CB (1)
215B C499 LDI 99
215D C9D5 ST D5 (1)
215F C9D6 ST D6 (1)
2161 C1F8 LD F8 (1)
2163 C9C7 ST C7 (1)
2165 36 XPAH 2
2166 C1F9 LD F9 (1)
2168 C9C8 ST C8 (1)
216A 32 XPAL 2
216B C1FA LD FA (1)
216D C9C9 ST C9 (1)
216F C1FB LD FB (1)
2171 C9CA ST CA (1)
2173 C1FC LD FC (1)
2175 C9CD ST CD (1)
2177 C1FD LD FD (1)
2179 C9CE ST CE (1)
217B C1FE LD FE (1)
217D C9CF ST CF (1)
217F C1FF LD FF (1)
2181 C9D0 ST D0 (1)
2183 C428 LDI 28
2185 C9D1 ST D1 (1)
2187 C9C5 ST C5 (1)
2189 C9D3 ST D3 (1)
218B C9D4 ST D4 (1)
218D C442 LDI 42
218F C9D2 ST D2 (1)
2191 C408 LDI 08
2193 C9C6 ST C6 (1)
2195 9019 JMP $ 18
$ 17
2197 C4FF LDI FF
2199 CD01 ST @01 (1)
219B C400 LDI 00
219D 37 XPAH 3
219E C455 LDI 55
21A0 33 XPAL 3
21A1 C427 LDI 27
21A3 CB9F ST 9F (3)
21A5 C4E4 LDI E4
21A7 CB9E ST 9E (3)
21A9 CBA8 ST A8 (3)
21AB C424 LDI 24
21AD CBA7 ST A7 (3)
21AF 3F XPPC 3
$ 18
21B0 02 CCL
$ 19
21B1 C427 LDI 27
21B3 37 XPAH 3
21B4 C49A LDI 9A
21B6 33 XPAL 3
21B7 C427 LDI 27
21B9 35 XPAH 1
21BA C4E4 LDI E4
21BC 31 XPAL 1
21BD C337 LD 37 (3)
21BF CB04 ST 04 (3)
21C1 C338 LD 38 (3)
21C3 CB03 ST 03 (3)
21C5 3F XPPC 3
21C6 9C05 JNZ $ 20
21C8 C3EF LD EF (3)
21CA 9C18 JNZ $ 23
21CC 00 HALT
$ 20
21CD C339 LD 39 (3)
21CF 986D JZ $ 28
21D1 C335 LD 35 (3)
21D3 CB04 ST 04 (3)
21D5 C336 LD 36 (3)
21D7 CB03 ST 03 (3)
21D9 3F XPPC 3
21DA 9C62 JNZ $ 28
21DC 08 NOP
21DD 08 NOP
21DE 9002 JMP $ 22
$ 21
21E0 90B5 JMP $ 17
$ 22
21E2 C3EF LD EF (3)
$ 23
21E4 9C6F JNZ $ 29
21E6 BB39 DLD 39 (3)
21E8 C1F5 LD F5 (1)
21EA 37 XPAH 3
21EB C1F6 LD F6 (1)
21ED 33 XPAL 3
21EE C701 LD @01 (3)
21F0 C9EB ST EB (1)
21F2 C701 LD @01 (3)
21F4 C9EC ST EC (1)
21F6 37 XPAH 3
21F7 C9F5 ST F5 (1)
21F9 33 XPAL 3
21FA C9F6 ST F6 (1)
21FC C427 LDI 27
21FE C9F8 ST F8 (1)
2200 37 XPAH 3
2201 C4C8 LDI C8
2203 33 XPAL 3
2204 02 CCL
2205 C316 LD 16 (3)
2207 EC01 DAI 01
2209 CB16 ST 16 (3)
220B C315 LD 15 (3)
220D EC00 DAI 00
220F CB15 ST 15 (3)
2211 C4A0 LDI A0
2213 CD01 ST @01 (1)
2215 CD01 ST @01 (1)
2217 C464 LDI 64
2219 CD01 ST @01 (1)
221B C420 LDI 20
221D CD01 ST @01 (1)
221F 9002 JMP $ 25
$ 24
2221 908E JMP $ 19
$ 25
2223 03 SCL
2224 C315 LD 15 (3)
2226 9806 JZ $ 26
2228 3F XPPC 3
2229 C420 LDI 20
222B C9FE ST FE (1)
222D 02 CCL
$ 26
222E C316 LD 16 (3)
2230 3F XPPC 3
2231 D4F0 ANI F0
2233 9CAB JNZ $ 21
2235 06 CSA
2236 94A8 JP $ 21
2238 C420 LDI 20
223A C9FE ST FE (1)
$ 27
223C 90A2 JMP $ 21
$ 28
223E C341 LD 41 (3)
2240 9C30 JNZ $ 32
2242 C33D LD 3D (3)
2244 CB04 ST 04 (3)
2246 C33E LD 3E (3)
2248 CB03 ST 03 (3)
224A C6FF LD @FF (2)
224C 3F XPPC 3
224D 9C21 JNZ $ 31
224F C601 LD @01 (2)
2251 08 NOP
2252 08 NOP
2253 C3EF LD EF (3)
$ 29
2255 9C75 JNZ $ 39
2257 08 NOP
2258 C1E9 LD E9 (1)
225A C9F7 ST F7 (1)
225C 37 XPAH 3
225D C1EA LD EA (1)
225F 33 XPAL 3
2260 C701 LD @01 (3)
2262 C9F3 ST F3 (1)
2264 C701 LD @01 (3)
2266 C9F4 ST F4 (1)
2268 37 XPAH 3
2269 C9E9 ST E9 (1)
226B 33 XPAL 3
226C C9EA ST EA (1)
$ 30
226E 90B1 JMP $ 24
$ 31
2270 C601 LD @01 (2)
$ 32
2272 C33A LD 3A (3)
2274 983F JZ $ 34
2276 C33B LD 3B (3)
2278 CB04 ST 04 (3)
227A C33C LD 3C (3)
227C CB03 ST 03 (3)
227E 3F XPPC 3
227F 9C34 JNZ $ 34
2281 BB3A DLD 3A (3)
2283 C400 LDI 00
2285 CB41 ST 41 (3)
2287 CB42 ST 42 (3)
2289 C1E9 LD E9 (1)
228B 37 XPAH 3
228C C1EA LD EA (1)
228E 33 XPAL 3
228F C701 LD @01 (3)
2291 C9F1 ST F1 (1)
2293 C701 LD @01 (3)
2295 C9F2 ST F2 (1)
2297 37 XPAH 3
2298 C9E9 ST E9 (1)
229A 33 XPAL 3
229B C9EA ST EA (1)
229D C4A0 LDI A0
229F CD01 ST @01 (1)
22A1 CD01 ST @01 (1)
22A3 C454 LDI 54
22A5 CD01 ST @01 (1)
22A7 C441 LDI 41
22A9 CD01 ST @01 (1)
22AB C442 LDI 42
22AD CD01 ST @01 (1)
22AF C47A LDI 7A
22B1 CD01 ST @01 (1)
$ 33
22B3 9087 JMP $ 27
$ 34
22B5 902D JMP $ 41
$ 35
22B7 C601 LD @01 (2)
22B9 3F XPPC 3
22BA 35 XPAH 1
22BB C837 ST 37 =22F3
22BD 35 XPAH 1
22BE 31 XPAL 1
22BF C834 ST 34 =22F4
22C1 31 XPAL 1
22C2 ABC1 ILD C1 (3)
22C4 E408 XRI 08
$ 36
22C6 9CA6 JNZ $ 30
$ 37
22C8 CBC1 ST C1 (3)
$ 38
22CA 90E7 JMP $ 33
$ 39
22CC 9028 JMP $ 43
$ 40
22CE C427 LDI 27
22D0 37 XPAH 3
22D1 C4C8 LDI C8
22D3 33 XPAL 3
22D4 C3C1 LD C1 (3)
22D6 982B JZ $ 44
22D8 C01A LD 1A =22F3
22DA 35 XPAH 1
22DB C018 LD 18 =22F4
22DD 31 XPAL 1
22DE C420 LDI 20
22E0 CD01 ST @01 (1)
22E2 90D3 JMP $ 35
$ 41
22E4 06 CSA
22E5 9402 JP $ 42
22E7 90E5 JMP $ 40
$ 42
22E9 C1F8 LD F8 (1)
22EB 94E1 JP $ 40
22ED C601 LD @01 (2)
22EF 03 SCL
22F0 06 CSA
22F1 90D3 JMP $ 36
TAB:
22F3 27 EB 00
$ 43
22F6 C0FC LD FC =22F3
22F8 35 XPAH 1
22F9 C0FA LD FA =22F4
22FB 31 XPAL 1
22FC C4C8 LDI C8
22FE 33 XPAL 3
22FF C400 LDI 00
2301 90C5 JMP $ 37
$ 44
2303 36 XPAH 2
2304 3F XPPC 3
2305 36 XPAH 2
2306 32 XPAL 2
2307 3F XPPC 3
2308 32 XPAL 2
2309 C5FC LD @FC (1)
230B C404 LDI 04
230D C8E7 ST E7 =22F5
$ 45
230F C100 LD 00 (1)
2311 DC40 ORI 40
2313 CD01 ST @01 (1)
2315 B8DF DLD DF =22F5
2317 9CF6 JNZ $ 45
2319 C420 LDI 20
231B CD01 ST @01 (1)
231D C313 LD 13 (3)
231F 9896 JZ $ 35
2321 C420 LDI 20
2323 CD01 ST @01 (1)
2325 C601 LD @01 (2)
2327 3F XPPC 3
2328 C2FF LD FF (2)
232A CB14 ST 14 (3)
232C C8C8 ST C8 =22F5
232E 9403 JP $ 46
2330 C200 LD 00 (2)
2332 3F XPPC 3
$ 46
2333 C426 LDI 26
2335 37 XPAH 3
2336 C4E0 LDI E0
2338 33 XPAL 3
2339 C460 LDI 60
233B CD01 ST @01 (1)
233D C0B7 LD B7 =22F5
233F 9405 JP $ 48
2341 907E JMP $ 58
$ 47
2343 9085 JMP $ 38
TAB:
2345 16
$ 48
2346 C460 LDI 60
2348 CD01 ST @01 (1)
234A C416 LDI 16
234C C8F8 ST F8 =2345
234E C2FF LD FF (2)
2350 01 XAE
2351 40 LDE
2352 D4F0 ANI F0
2354 E430 XRI 30
2356 9C48 JNZ $ 53
2358 40 LDE
2359 D403 ANI 03
235B 9856 JZ $ 55
235D 40 LDE
235E D40C ANI 0C
2360 E408 XRI 08
2362 984F JZ $ 55
2364 C458 LDI 58
2366 CD01 ST @01 (1)
2368 C450 LDI 50
236A CD01 ST @01 (1)
236C 40 LDE
236D D40C ANI 0C
236F E40C XRI 0C
2371 9C0A JNZ $ 49
2373 C450 LDI 50
2375 CD01 ST @01 (1)
2377 C443 LDI 43
2379 CD01 ST @01 (1)
237B 9013 JMP $ 51
$ 49
237D C441 LDI 41
237F CD01 ST @01 (1)
2381 40 LDE
2382 D404 ANI 04
2384 9806 JZ $ 50
2386 C448 LDI 48
2388 CD01 ST @01 (1)
238A 9004 JMP $ 51
$ 50
238C C44C LDI 4C
238E CD01 ST @01 (1)
$ 51
2390 C420 LDI 20
2392 CD01 ST @01 (1)
2394 40 LDE
2395 D403 ANI 03
2397 01 XAE
2398 C75A LD @5A (3)
239A C380 LD 80 (3)
239C CD01 ST @01 (1)
$ 52
239E 90A3 JMP $ 47
$ 53
23A0 C701 LD @01 (3)
$ 54
23A2 60 XRE
23A3 9812 JZ $ 57
23A5 B89F DLD 9F =2345
23A7 980C JZ $ 56
23A9 C703 LD @03 (3)
23AB C701 LD @01 (3)
23AD 94F3 JP $ 54
23AF C701 LD @01 (3)
23B1 90EF JMP $ 54
$ 55
23B3 C757 LD @57 (3)
$ 56
23B5 C707 LD @07 (3)
$ 57
23B7 C701 LD @01 (3)
23B9 9488 JP $ 47
23BB D47F ANI 7F
23BD CD01 ST @01 (1)
23BF 90F6 JMP $ 57
$ 58
23C1 C2FF LD FF (2)
23C3 01 XAE
23C4 40 LDE
23C5 D470 ANI 70
23C7 9C09 JNZ $ 59
23C9 C404 LDI 04
23CB C83C ST 3C =2408
23CD 40 LDE
23CE E403 XRI 03
23D0 9011 JMP $ 61
$ 59
23D2 D440 ANI 40
23D4 9C07 JNZ $ 60
23D6 40 LDE
23D7 D403 ANI 03
23D9 C82E ST 2E =2408
23DB 9010 JMP $ 62
$ 60
23DD 40 LDE
23DE D407 ANI 07
23E0 C827 ST 27 =2408
23E2 40 LDE
$ 61
23E3 D407 ANI 07
23E5 E404 XRI 04
23E7 9804 JZ $ 62
23E9 40 LDE
23EA D4F8 ANI F8
23EC 01 XAE
$ 62
23ED 40 LDE
23EE 1C SR
23EF 1C SR
23F0 DCC0 ORI C0
23F2 01 XAE
23F3 C380 LD 80 (3)
23F5 33 XPAL 3
23F6 C700 LD @00 (3)
23F8 C701 LD @01 (3)
$ 63
23FA D47F ANI 7F
23FC CD01 ST @01 (1)
23FE C3FF LD FF (3)
2400 9407 JP $ 65
2402 C701 LD @01 (3)
2404 90F4 JMP $ 63
$ 64
2406 9096 JMP $ 52
TAB:
2408 00
$ 65
2409 33 XPAL 3
240A E483 XRI 83
240C 98F8 JZ $ 64
240E C427 LDI 27
2410 37 XPAH 3
2411 C4C8 LDI C8
2413 33 XPAL 3
2414 C420 LDI 20
2416 CD01 ST @01 (1)
2418 C0EF LD EF =2408
241A 01 XAE
241B 40 LDE
241C D404 ANI 04
241E 9809 JZ $ 66
2420 40 LDE
2421 D403 ANI 03
2423 9804 JZ $ 66
2425 C440 LDI 40
2427 CD01 ST @01 (1)
$ 66
2429 C2FF LD FF (2)
242B D4F3 ANI F3
242D E490 XRI 90
242F C8D8 ST D8 =2408
2431 981D JZ $ 67
2433 C200 LD 00 (2)
2435 3F XPPC 3
2436 40 LDE
2437 E404 XRI 04
2439 98CB JZ $ 64
243B C420 LDI 20
243D CD01 ST @01 (1)
243F 40 LDE
2440 980E JZ $ 67
2442 40 LDE
2443 D403 ANI 03
2445 3F XPPC 3
2446 C428 LDI 28
2448 C9FE ST FE (1)
244A C429 LDI 29
244C CD01 ST @01 (1)
244E 90B6 JMP $ 64
$ 67
2450 32 XPAL 2
2451 C81E ST 1E =2470
2453 32 XPAL 2
2454 36 XPAH 2
2455 C819 ST 19 =246F
2457 36 XPAH 2
2458 C200 LD 00 (2)
245A 01 XAE
245B C680 LD @80 (2)
245D C0AA LD AA =2408
245F 9813 JZ $ 69
2461 C43D LDI 3D
2463 CD01 ST @01 (1)
```

```
2465  CØØ9 LD Ø9 =246F
2467  36  XPAH 2
2468  3F  XPPC 3
2469  CØØ6 LD Ø6 =247Ø
246B  32  XPAL 2
246C  3F  XPPC 3
 $ 68
246D  9Ø97 JMP $ 64
  TAB:
246F 24 Ø6 ØØ 64 2Ø
 $ 69
2474  C6Ø1 LD @Ø1 (2)
2476  CØF8 LD F8 =246F
2478  36  XPAH 2
2479  C8F5 ST F5 =246F
247B  CØF4 LD F4 =247Ø
247D  32  XPAL 2
247E  C8F1 ST F1 =247Ø
248Ø  C428 LDI 28
2482  37  XPAH 3
2483  C441 LDI 41
2485  33  XPAL 3
2486  C499 LDI 99
2488  C8E9 ST E9 =2472
248A  C8E6 ST E6 =2471
248C  Ø6  CSA
248D  C8E5 ST E5 =2473
 $ 7Ø
248F  Ø2  CCL
249Ø  CØE1 LD E1 =2472
2492  ECØ1 DAI Ø1
2494  C8DD ST DD =2472
2496  CØDA LD DA =2471
2498  ECØØ DAI ØØ
249A  C8D6 ST D6 =2471
249C  C7Ø2 LD @Ø2 (3)
249E  EØD1 XOR D1 =247Ø
24AØ  9CED JNZ $ 7Ø
24A2  C3FD LD FD (3)
24A4  EØCA XOR CA =246F
24A6  9CE7 JNZ $ 7Ø
24A8  C427 LDI 27
24AA  37  XPAH 3
24AB  C4C8 LDI C8
24AD  33  XPAL 3
24AE  C464 LDI 64
24BØ  CDØ1 ST @Ø1 (1)
24B2  C42Ø LDI 2Ø
24B4  CDØ1 ST @Ø1 (1)
24B6  Ø3  SCL
24B7  CØB9 LD B9 =2471
24B9  98Ø6 JZ $ 71
24BB  3F  XPPC 3
24BC  C42Ø LDI 2Ø
24BE  C9FE ST FE (1)
24CØ  Ø2  CCL
 $ 71
24C1  CØBØ LD BØ =2472
24C3  3F  XPPC 3
24C4  D4FØ ANI FØ
24C6  9CØ7 JNZ $ 72
24C8  Ø6  CSA
24C9  94Ø4 JP $ 72
24CB  C42Ø LDI 2Ø
24CD  C9FE ST FE (1)
 $ 72
24CF  CØA3 LD A3 =2473
24D1  Ø7  CAS
24D2  9Ø99 JMP $ 68
24D4  Ø8  NOP
24D5  Ø8  NOP
24D6  Ø8  NOP
24D7  Ø8  NOP
24D8  Ø8  NOP
24D9  Ø8  NOP
24DA  Ø8  NOP
24DB  Ø8  NOP
24DC  Ø8  NOP
24DD  Ø8  NOP
24DE  Ø8  NOP
 $ 73
24DF  CØ53 LD 53 =2533
24E1  9C14 JNZ $ 75
24E3  9ØØ2 JMP $ 74
24E5  9ØF8 JMP $ 73
 $ 74
24E7  C455 LDI 55
24E9  33  XPAL 3
24EA  C4FF LDI FF
24EC  CBA7 ST A7 (3)
24EE  C4FF LDI FF
24FØ  CBA8 ST A8 (3)
24F2  3F  XPPC 3
24F3  C414 LDI 14
24F5  33  XPAL 3
24F6  3F  XPPC 3
 $ 75
24F7  C427 LDI 27
24F9  35  XPAH 1
24FA  C4E4 LDI E4
24FC  31  XPAL 1
24FD  C425 LDI 25
24FF  37  XPAH 3
25ØØ  C47Ø LDI 7Ø
25Ø2  33  XPAL 3
25Ø3  CØ2F LD 2F =2533
25Ø5  94ØD JP $ 76
25Ø7  CØ2C LD 2C =2534
25Ø9  9CØ9 JNZ $ 76
25ØB  C4ØA LDI ØA
25ØD  3F  XPPC 3
25ØE  C41Ø LDI 1Ø
251Ø  C823 ST 23 =2534
2512  9Ø5F JMP $ 84
 $ 76
2514  C4ØA LDI ØA
2516  3F  XPPC 3
2517  C4ØD LDI ØD
2519  3F  XPPC 3
 $ 77
251A  C5Ø1 LD @Ø1 (1)
251C  Ø1  XAE
251D  4Ø  LDE
251E  E4FF XRI FF
252Ø  9815 JZ $ 79
2522  4Ø  LDE
2523  D43F ANI 3F
2525  Ø1  XAE
2526  4Ø  LDE
2527  D42Ø ANI 2Ø
2529  9CØ4 JNZ $ 78
252B  4Ø  LDE
252C  DC4Ø ORI 4Ø
252E  Ø1  XAE
 $ 78
252F  4Ø  LDE
253Ø  3F  XPPC 3
2531  9ØE7 JMP $ 77
  TAB:
2533 FØ ØE ØØ ØØ

 $ 79
2537  CØFB LD FB =2533
2539  94Ø5 JP $ 8Ø
253B  B8F8 DLD F8 =2534
253D  9CØ1 JNZ $ 8Ø
253F  ØØ  HALT
 $ 8Ø
254Ø  C4ØØ LDI ØØ
2542  37  XPAH 3
2543  C414 LDI 14
2545  33  XPAL 3
2546  3F  XPPC 3
 $ 81
2547  Ø1  XAE
2548  C419 LDI 19
254A  8FØ2 DLY Ø2
254C  Ø6  CSA
254D  DCØ1 ORI Ø1
254F  Ø7  CAS
255Ø  C4Ø9 LDI Ø9
2552  C8E2 ST E2 =2535
 $ 82
2554  C482 LDI 82
2556  8FØØ DLY ØØ
2558  B8DC DLD DC =2535
255A  981Ø JZ $ 83
255C  4Ø  LDE
255D  D4Ø1 ANI Ø1
255F  C8D6 ST D6 =2536
2561  Ø1  XAE
2562  1C  SR
2563  Ø1  XAE
2564  Ø6  CSA
2565  DCØ1 ORI Ø1
2567  EØCE XOR CE =2536
2569  Ø7  CAS
256A  9ØE8 JMP $ 82
 $ 83
256C  Ø6  CSA
256D  D4FE ANI FE
256F  Ø7  CAS
257Ø  3F  XPPC 3
2571  9ØD4 JMP $ 81
 $ 84
2573  C4ØD LDI ØD
2575  3F  XPPC 3
2576  9ØA2 JMP $ 77
 $  Ø
26ØØ  C45E LDI 5E
26Ø2  C9Ø6 ST Ø6 (1)
26Ø4  C9Ø3 ST Ø3 (1)
26Ø6  C45F LDI 5F
26Ø8  C9Ø5 ST Ø5 (1)
26ØA  C44Ø LDI 4Ø
26ØC  C9Ø4 ST Ø4 (1)
26ØE  C9Ø2 ST Ø2 (1)
261Ø  C9ØØ ST ØØ (1)
2612  C478 LDI 78
2614  C9Ø1 ST Ø1 (1)
2616  C46D LDI 6D
2618  C9FF ST FF (1)
 $  1
261A  C4ØØ LDI ØØ
261C  37  XPAH 3
261D  C44F LDI 4F
261F  33  XPAL 3
262Ø  3F  XPPC 3
2621  C426 LDI 26
2623  37  XPAH 3
2624  C47A LDI 7A
2626  33  XPAL 3
2627  C2Ø8 LD Ø8 (2)
2629  E4BØ XRI BØ
262B  9CØ4 JNZ $  2
262D  C7F4 LD @F4 (3)
262F  9ØØC JMP $  4
 $  2
2631  E46Ø XRI 6Ø
2633  9CØ4 JNZ $  3
2635  C7FA LD @FA (3)
2637  9ØØ4 JMP $  4
 $  3
2639  E42D XRI 2D
263B  9CDD JNZ $  1
 $  4
263D  C425 LDI 25
263F  36  XPAH 2
264Ø  C4ØØ LDI ØØ
2642  32  XPAL 2
2643  C3ØØ LD ØØ (3)
2645  CA33 ST 33 (2)
2647  C3Ø1 LD Ø1 (3)
2649  C9FF ST FF (1)
264B  C4ØØ LDI ØØ
264D  CA34 ST 34 (2)
264F  C3Ø2 LD Ø2 (3)
2651  CA49 ST 49 (2)
2653  C3Ø3 LD Ø3 (3)
2655  CA4B ST 4B (2)
2657  C3Ø4 LD Ø4 (3)
2659  CA55 ST 55 (2)
265B  C3Ø5 LD Ø5 (3)
265D  CA57 ST 57 (2)
265F  C4ØF LDI ØF
2661  36  XPAH 2
2662  C4EØ LDI EØ
2664  32  XPAL 2
2665  C427 LDI 27
2667  37  XPAH 3
2668  C44Ø LDI 4Ø
266A  33  XPAL 3
266B  3F  XPPC 3
  TAB:
266C Ø8 Ø8 FØ 78 19 Ø2 82 ØØ
2674 ØF 6D FF 17 8A Ø8 ØØ 5E
267C ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ
  TAB:
2681 FF 7F 84 8C 19 CA CD 5Ø
2689 CA 5Ø CA CE 5A CA 5A 89
2691 8C Ø4 84 8C Ø4 8C Ø4 8C
2699 84 Ø9 93 14 81 8E Ø4 81
26A1 8E Ø9 8F 12 8F 92 Ø9 98
26A9 8F 12 98 92 Ø9 84 81 Ø4
26B1 84 81 Ø9 81 84 Ø4 81 84
26B9 Ø9 83 81 Ø4 83 81 Ø9
  TAB:
26CØ 81 81 81 83 86 89 8E 8B
26C8 81 81 9Ø 81 81 81 93 81
26DØ 96 98 9B 81 9D AØ A3 A5
26D8 A8 AB AE B1 B4 B7 BA BD
  TAB:
26EØ Ø1 98 81 85 4Ø 8C 84 85
26E8 Ø2 83 83 8C ØØ 88 81 8C
26FØ 94 Ø3 93 83 8C Ø8 8E 8F
26F8 9Ø Ø6 83 93 81 6Ø 98 92
27ØØ 85 Ø7 83 81 93 1C 93 92
27Ø8 2Ø 7Ø 81 84 85 1E 92 92
271Ø 2Ø 78 83 81 85 68 84 81
2718 85 19 93 89 8F Ø4 84 89
272Ø 8E 94 5Ø 81 8E 85 58 8F
2728 92 85 Ø5 89 85 8E 1D 93
273Ø 92 8C 1F 92 92 8C 55 82
2738 99 94 85 71 72 73 FF FF
274Ø 2Ø
2741  C425 LDI 25
2743  37  XPAH 3
2744  C446 LDI 46
2746  33  XPAL 3
2747  C4ØC LDI ØC
2749  3F  XPPC 3
274A  C42F LDI 2F
274C  37  XPAH 3
274D  C4FF LDI FF
274F  33  XPAL 3
275Ø  3F  XPPC 3
  TAB:
2751 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8
2759 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8
2761 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8
2769 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8
2771 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8
2779 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8
2781 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8 Ø8
  TAB:
2789 ØØ
 $  5
278A  32  XPAL 2
278B  Ø1  XAE
278C  4Ø  LDE
278D  32  XPAL 2
278E  4Ø  LDE
278F  EØØD XOR ØD =279D
2791  9CØ7 JNZ $  6
2793  36  XPAH 2
2794  Ø1  XAE
2795  4Ø  LDE
2796  36  XPAH 2
2797  4Ø  LDE
2798  EØØ5 XOR Ø5 =279E
 $  6
279A  3F  XPPC 3
279B  9ØED JMP $  5
  TAB:
279D CB 27
 $  7
279F  Ø1  XAE
27AØ  C82A ST 2A =27CB
27A2  Ø6  CSA
27A3  C828 ST 28 =27CC
27A5  4Ø  LDE
27A6  1C  SR
27A7  1C  SR
27A8  1C  SR
27A9  1C  SR
 $  8
27AA  Ø2  CCL
27AB  F4F6 ADI F6
27AD  94Ø2 JP $  9
27AF  F439 ADI 39
 $  9
27B1  F4ØØ ADI ØØ
27B3  CDØ1 ST @Ø1 (1)
27B5  Ø6  CSA
27B6  E4Ø1 XRI Ø1
27B8  Ø7  CAS
27B9  D4Ø1 ANI Ø1
27BB  98Ø5 JZ $ 1Ø
27BD  4Ø  LDE
27BE  D4ØF ANI ØF
27CØ  9ØE8 JMP $  8
 $ 1Ø
27C2  CØØ9 LD Ø9 =27CC
27C4  Ø7  CAS
27C5  CØØ5 LD Ø5 =27CB
27C7  Ø1  XAE
27C8  3F  XPPC 3
27C9  9ØD4 JMP $  7
  TAB:
27CB CA 2Ø
```

Er kunnen alleen programma's bewerkt worden, waarvan begin- en eindadres zich op dezelfde pagina bevinden. Is dit niet het geval dan moet het programma apart gedisassembleerd worden. Bytes die eventueel in een programma onthouden worden (bijv. in een scratch-pad) kunnen voorzien van de tekst "byte" uitgeprint worden wanneer ze met behulp van MOD in dat programma met 55 overschreven worden. PC-relatieve sprongen waarvan het bestemmingsadres lager is als het startadres van het te listen programma zijn niet toegestaan. De disassembler gebruikt het geheugen van 284Ø tot max. 2A4Ø als tussengeheugen voor labeladressen. Dit geheugenbereik is nodig voor het aantal in het programma te onthouden PC-relatieve spronginstrukties, waarvan er maximaal 255 kunnen voorkomen.

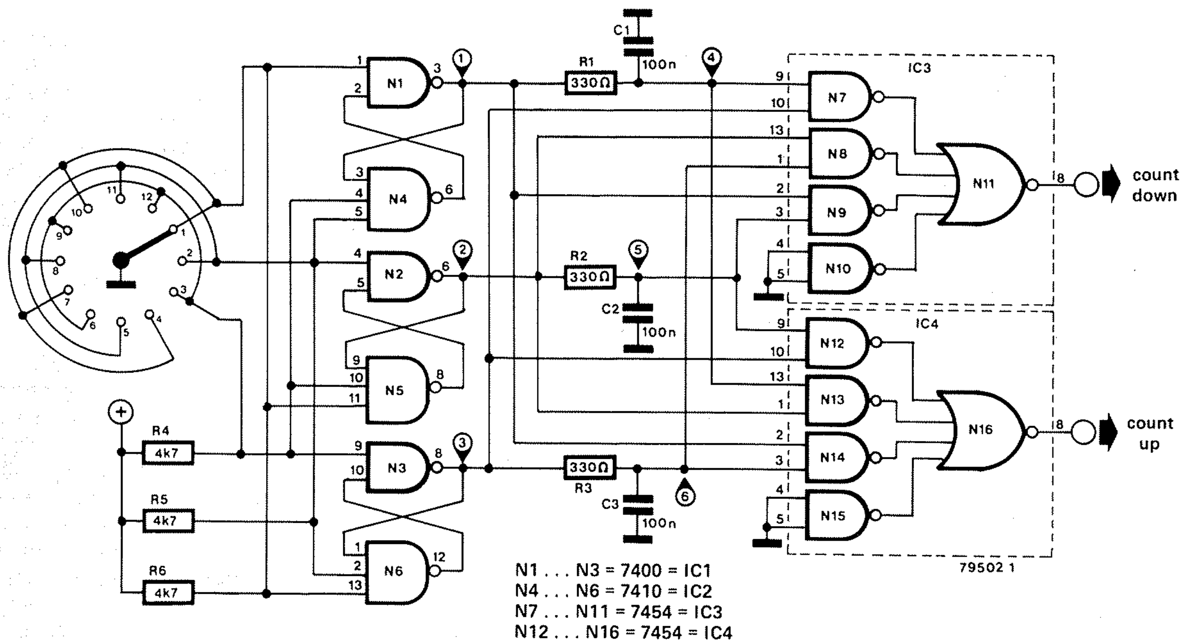
Interessante tip

Het is eventueel mogelijk om de EPROM, waarin zich de printerroutine bevindt, uit te sparen. Daartoe kan men het programma uit tabel 2 in de SC/MP inlezen, bijv. vanaf adres ØCØØ t/m ØDFF. De instruktie op FØ5A moet dan wel veranderd worden van C4FØ in C4ØC. In het programma uit tabel 3 moet dan het routine-adres veranderd worden. Ook dit gaat vrij eenvoudig door op ØEØ7 in plaats van C4FF de instruktie C4ØB te zetten. Om van de disassembler gebruik te kunnen maken moet in tabel 4 achter adres 24EA de instruktie C4FF vervangen worden door C4ØB. Het adres van de printerroutine-1 staat nl. op 24EB en 24EF. Met deze wijzigingen is het nu mogelijk de drie programma's in de SC/MP te zetten, waarna het geheel op cassette kan worden gezet. Wil men de printerroutine vanaf een ander adres inlezen, dan zal het duidelijk zijn dat de bovenvermelde wijzigingen opnieuw moeten worden aangepast. De hier besproken tip vereist nogal wat "intikwerk", maar men spaart er een EPROM mee uit en een cassette is snel geladen.

Te zijner tijd zal deze programmatuur op een software-plaat (ESS) uitkomen. ◼

gelijkzetknop

1



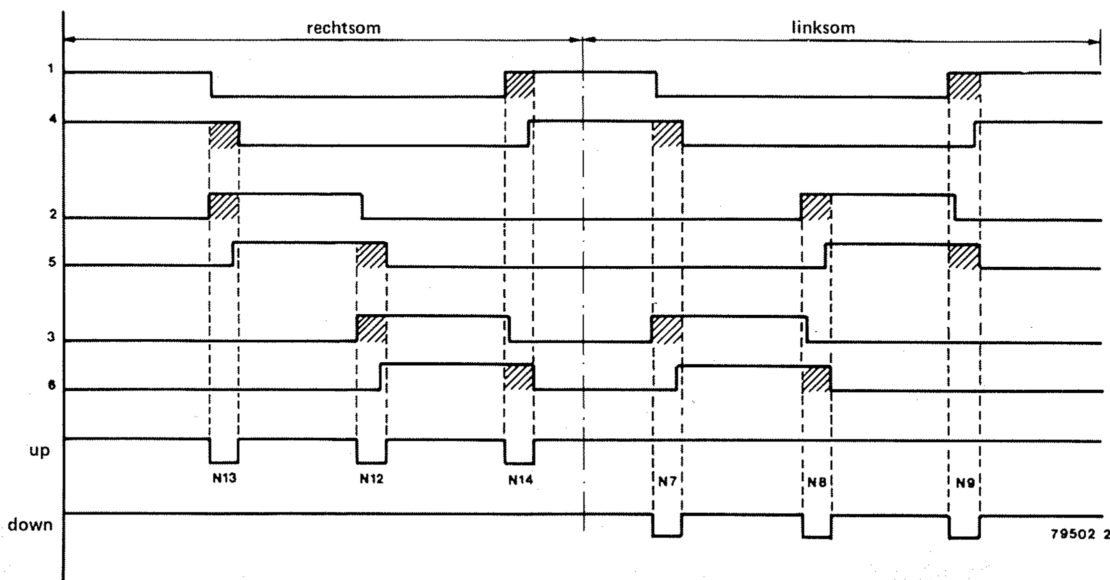
Waar bijgaande schakeling voor dient? De auteur zelf zegt:"De schakeling is heel geschikt om een klok mee gelijk te zetten". En zo is het ook, zij het dat dat alleen voor TTL-klokken geldt. Maar de inventieve lezer, waarin wij het volste vertrouwen hebben, zal ongetwijfeld nog andere toepassingen kunnen bedenken.

Met behulp van een eenvoudige twaalfstanden schakelaar (of een ander aantal standen, maar wèl een veelvoud van drie) kan afhankelijk van de draairichting door de schakeling een aantal pulsen worden afgegeven aan de "up" of aan de "down"-uitgang. Laat men de schakelaar in een willekeurige stand staan, dan worden geen pulsen afgegeven, dan zijn beide uitgangen logisch 1.

De schakelaar moet bij het verdraaien eerst het bestaande kontakt verbreken alvorens in de volgende stand kontakt wordt gemaakt. De eventueel aanwezige eindstop bij stand twaalf, dient onverbiddelijk te worden verwijderd.

W. v. Rooijen

2



1979 jaarinhoud

Het lek van Elektuur

HF

Hobby en spel

Huishoudelijk

Informatief

Meten

Microprosessors

Muziek

Ontwerpideeën

Voedingen

**Zie: "Het Lek van Elektuur"*

Elektuur wenst al haar lezers

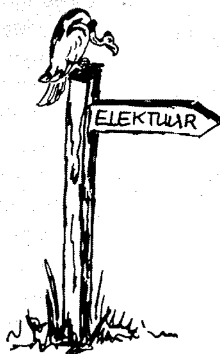
prettige kerstdagen en een voorspoedig nieuwjaar!



Attentie:

In verband met de feestdagen zijn onze kantoren van 22 december '79 t/m 1 januari '80 gesloten.

elektuur wegwijzer



TUP en TUN

Tegenwoordig voldoet een groot aantal laagfrekwent-/klein signaal-transistors van verschillende fabrikanten aan de volgende minimum specifikaties:

$U_{CE0, max}$	= 20 V
$I_{C, max}$	= 100 mA
$h_{fe, min}$	= 100
$P_{tot, max}$	= 100 mW
$f_{T, min}$	= 100 MHz

Een transistor, die aan deze specifikaties voldoet, wordt in Elektuur-schema's aan aangegeven met TUN (Transistor, Universeel, NPN) of met TUP (Transistor, Universeel, PNP).
Enkele TUN's zijn: BC 107 e.d., 2N3856A, 2N3859, 2N3860, 2N3904, 2N4124.
Enkele TUP's zijn: BC 177 e.d., 2N2412, 2N3251, 2N3906, 2N4126, 2N4291.

DUS en DUG

Het meest belangrijke gegeven van een diode voor laagfrekwent-/klein signaal-toepassingen is of het een germanium- of een silicium-type betreft. In dergelijke gevallen wordt een diode in Elektuur-schema's aangegeven met DUS (Diode, Universeel, Silicium) of DUG (Diode, Universeel, Germanium). Deze dioden moeten echter wel aan de volgende minimum specifikaties voldoen:

	DUS	DUG
$U_{R, max}$	25 V	20 V
$I_{F, max}$	100 mA	35 mA
$I_{R, max}$	1 µA	100 µA
$P_{tot, max}$	250 mW	250 mW
$C_{D, max}$	5 pF	10 pF

Enkele DUS's zijn: BA 127, BA 217, BA 218, BA 221, BA 222, BA 317, BA 318, BAX13, BAY61, 1N914, 1N4148.
Enkele DUG's zijn: OA85, OA91, OA95, AA116.

Type-aanduidingen van IC's

Een groot aantal ekwivalente IC's hebben een ietwat afwijkend typenummer. Om deze reden wordt in Elektuur, daar waar mogelijk, een universeel typenummer gehanteerd. Bijvoorbeeld: 741 i.p.v. µA741, LM741, MC 741, MIC 741, RM741, SN72741, etc.
Type-aanduidingen van CMOS-IC's zijn verre van genormaliseerd. Een CD4013 bijvoorbeeld is niet hetzelfde als een MM4013. Aangezien het ondoenlijk is alle type-aanduidingen van een bepaald CMOS-IC te vermelden, hanteert Elektuur de type-aanduiding volgens RCA. Bijvoorbeeld: 4011 = CD4011.

Weerstanden:

De in schema's gebruikte weerstanden zijn 1/4 watt koolweerstanden met een tolerantie van 5% (tenzij anders aangegeven). Weerstanden van een groter vermogen (bijv. 1/3 W) kunnen uiteraard ook gebruikt worden, vooropgesteld dat deze op de print passen. In de meeste gevallen is een tolerantie van 10% ook nog wel toegestaan. Een kleine afwijking in de specifikaties (meetgegevens) van de schakeling is dan wel te verwachten.
De weerstandswaarden worden aangeduid met de faktor 'k' voor 1000 Ω en 'M' voor 1.000.000 Ω. De letters 'Ω', 'k' en 'M' vervangen ook de komma in een getal. Bijvoorbeeld: 4Ω7 = 4,7 Ω; 4k7 = 4700 Ω; 4M7 = 4,7 MΩ.

Kondensatoren

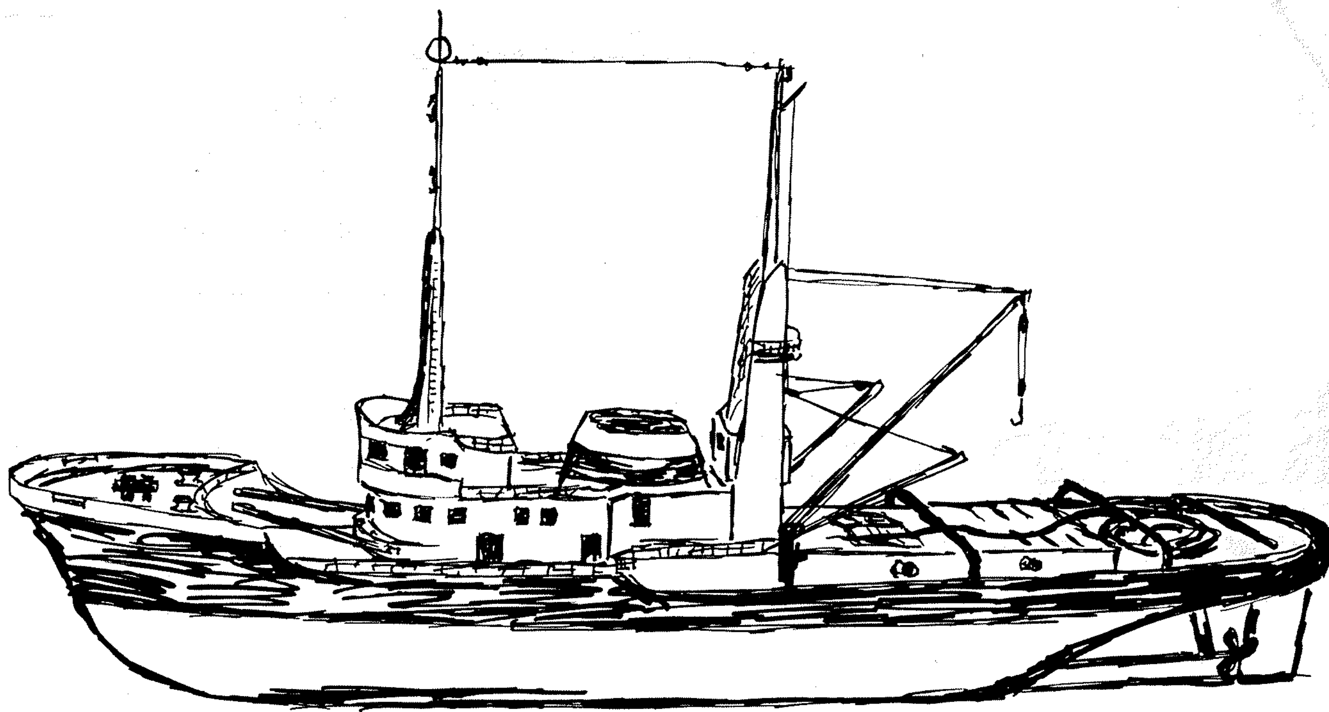
Werkspanningen van kondensatoren (geen elko's zijnde) worden normaliter niet aangegeven, daar er vanuit wordt gegaan dat de werkspanningen van vrijwel alle typen voldoende hoog zijn. Bij twijfel is een werkspanning van ongeveer 2 maal de voedingsspanning steeds een veilige waarde (behalve bijv. in spanningsverdubbelings-schakelingen). In die gevallen waarbij het noodzakelijk is, wordt steeds de vereiste werkspanning aangegeven. Bij elektrolytische kondensatoren is dit steeds het geval. Er wordt de laagste werkspanning vermeld die toegestaan is. In de praktijk kunnen natuurlijk ook kondensatoren met een hogere werkspanning gebruikt worden. Wel dient men rekening te houden met verschillen in afmetingen. In plaats van een 1 µ/16 V type mag dus ook het meer gangbare type 1 µ/63 V toegepast worden.
Kapaciteitswaarden worden aangeduid met de faktor 'p' voor 10^{-12}, 'n' voor 10^{-9} en 'µ' voor 10^{-6}. Evenals bij weerstandswaarden, wordt een komma in een getal door deze letters vervangen. Bijvoorbeeld:
4µ7 = 4,7 µ = 0,000 004 7 farad.

Spanningen

De in schema's aangegeven meetspanningen zijn gemeten met een voltmeter (universeelmeter) met een inwendige weerstand van 20 kΩ/V. Netspanningen (bijv. bij trafo's) worden niet vermeld, aangezien in al die landen waarin Elektuur verschijnt, verschillende netspanningen voorkomen. Iedere lezer zal zeker de waarde van de netspanning in zijn woongebied kennen. Voor de spanning wordt het symbool 'u' (voor wisselspanning) of 'U' (voor gelijkspanning) gebruikt. Dit is internationaal (IEC en ISO) genormaliseerd. (In veel Amerikaanse en Engelse schema's wordt hiervoor de letter 'V' (of 'v') gebruikt.) De hoofdletter 'V' wordt gebruikt voor 'volts'.
Bijvoorbeeld: U_b = 10 V.

Veiligheid

Daar waar het aanrakingsgevaar minder duidelijk is, staat een doodshoofd afgebeeld. Bij netspanningsaansluitingen van voedingstrafo's, waar het aanrakingsgevaar nogal duidelijk is, wordt geen doodshoofd geplaatst. In vrijwel ieder schema zou anders dit symbool te zien zijn, waardoor 'gewenning' optreedt en dit gevaarteken zijn waarschuwende werking verliest. Schakelingen die galvanisch (stroomgeleidend) met het lichtnet in verbinding staan, moeten steeds in een deugdelijk isolerende behuizing ondergebracht worden. Metalen behuizingen dienen met lichtnetaarde (⏚) verbonden te worden, indien zij in ruimten gebruikt worden waar de wandkontaktdozen (stopkontakten) van randaarde (moeten) voorzien zijn. Het symbool ⊥ dient in Elektuur-schema's als massa-aanduiding. Met massa wordt hier bedoeld het metalen chassis waarin of waarop de elektronische schakeling gemonteerd wordt (dus niet te verwarren met de netaarde!). Het chassis en de nul van de voedingsspanning van de schakeling (niet van het lichtnet!) dienen met elkaar verbonden te worden. Het chassis fungeert op deze wijze als afscherming tegen elektrische (storende) velden.
Iedere lichtnetgevoede schakeling dient aan de primaire zijde (lichtnetzijde) van de voedingstrafo voorzien te zijn van een juiste smeltveiligheid met daarachter een (liefst dubbelpolige) netschakelaar. Het aansluitsnoer dient van een deugdelijke trekontlasting voorzien te zijn.

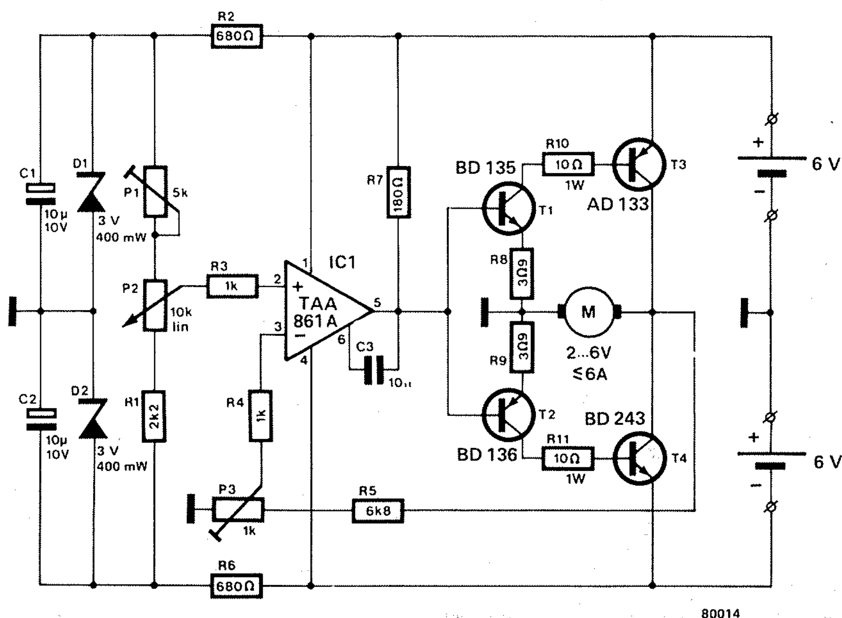


servo-gestuurde snelheidsregelaar voor modelboten

U. Passern

De vaarsnelheid van een modelboot kan geregeld worden door de voedingsspanning van de elektrische aandrijfmotor via radiografische kommando-signalen te wijzigen. Gewoonlijk gaat dit geheel elektronisch in zijn werk. Bij dit ontwerp is echter gebruik gemaakt van een servo, die via een potentiometer en een elektronische schakeling de motorspanning regelt.

De snelheidsregelaar wordt door twee 6 V-akku's gevoed. De bovenste akku dient als voeding bij voorwaartse richting, de onderste bij terugwaartse richting (draairichting van aandrijfmotor draait om).
Potmeter P2 is mechanisch met de servo verbonden. In rusttoestand staat op de loper van P2 geen spanning (t.o.v. massa). Wordt de as van de potmeter door de servo verdraaid dan staat, afhankelijk van de draairichting, een positieve of negatieve spanning op de niet-inverterende ingang van IC1, waardoor of T3 of T4 in geleiding komt. De motor dient zo aangesloten te worden dat wanneer T3 geleidt de modelboot in voorwaartse richting beweegt. Aangezien meestal in voorwaartse richting gevaren zal worden, dient de bovenste akku een grotere kapaciteit te hebben dan de onderste.
De zenerdioden D1 en D2 en de kondensatoren C1 en C2 zorgen ervoor dat variaties in de voedingsspanning geen nadelige invloed op de regeling kunnen uitoefenen. Toch is het raadzaam de motor voldoende te ontstoren.
Alvorens men met de afregeling kan beginnen, dient er eerst voor gezorgd te worden dat de potmeter ongeveer in de middenstand staat indien de servo zich in de neutrale stand bevindt. Dit is een kwestie van mechanische aanpassing tussen servo en potmeteras. Met P1 kan men een kleine afwijking korrigeren. Daartoe sluit men een spanningsmeter tussen de loper van P2 en massa aan en regelt deze met P1 op nul af.
Hierna brengt men de servo in een maximale stand. Met P3 wordt nu de spanning over de motor op de maximaal toegestane waarde afgeregeld.
De transistoren dienen voldoende gekoeld te worden. Ze moeten door geschikte isolatieplaatjes van de koelplaat elektrisch gescheiden worden. De koelplaat moet een warmteweerstand van 2,8°C/W of lager hebben.



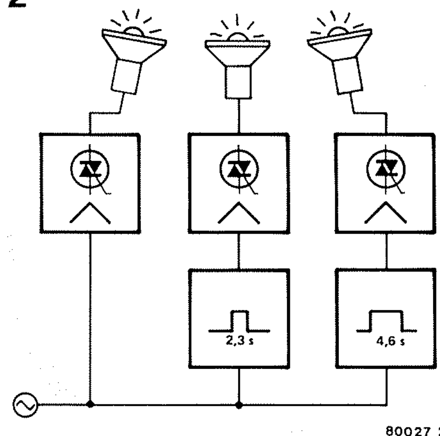
kleurenorgel

kleurenprojekties voor vele doeleinden

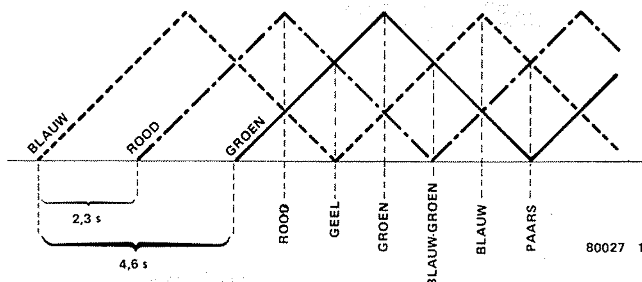
W.H.M. van Dreumel

Op de vele gepubliceerde schakelingen waarmee lichteffekten te verwezenlijken zijn vormt deze schakeling een lichtgevende uitzondering. Dit orgel genereert een hoeveelheid licht dat in een rustig tempo, kontinu het kleurenspektrum doorloopt. Bij indirekte belichting ontstaat een fraai kleuraksent, dat te gebruiken is voor disko's en etalages maar ook voor avondfestiviteiten in de buitenlucht, waar het groen en de bloemen dan van een sprookjesachtig uiterlijk voorzien worden.

De schakeling is opgebouwd rond drie exemplaren van het Siemens-IC S566B*, dat oorspronkelijk ontworpen is voor een TAP-lichtdimmer (Elektuur halfgeleidergids 1978, blz. 7-95). Als dit IC aangestuurd wordt, zal een aangesloten lichtbron in zeven sekonden een cyclus doorlopen waarbij het licht feller gaat branden om daarna weer te doven. Deze cyclus blijft zich herhalen zolang de stuuringang bekrachtigd is. Door drie van deze IC's met een tussentijd van 2,3 sekonden te starten en lampen te gebruiken in de drie hoofdkleuren rood, groen en blauw, ontstaan overlappende belichtingen zoals figuur 1 die aangeeft. Worden de lichtbronnen op een wit vlak gericht, dan zal de kleur van het geprojekteerde licht in zeven sekonden het spektrum doorlopen. Het blokschema in figuur 2 illustreert de opzet van de schakeling.



Figuur 2. Blokschema van het kleurenorgel.



Figuur 1. Het kleurenspektrum zoals dat door de schakeling gegenereerd wordt.

Het schema

Figuur3 geeft hetgedetailleerde schema. De onderdelenkonfiguratie rond de lichtregel-IC's komt in grote lijnen overeen met de reeds eerder genoemde TAP-schakelaar. De schakelingen rond T4 en T5 zorgen ervoor dat de regelaars, bij het aansluiten op het net, met de juiste tijdvertraging gestart worden. Deze vertragingstijden worden met P1 en P2 op respektievelijk 2,3 en 4,6 sekonden ingesteld. Door de interne opzet van de IC's blijft de synchronisatie verzekerd. Via R1 en C1 wordt een voedingsspanning van 15 volt van de netspanning afgeleid. Diode D1 zorgt daarbij voor de stabilisatie.
De figuren 4 en 5 geven respektievelijk de print-layout en komponentenopstelling van het lichtorgel weer. Bij het in bedrijf stellen dient men erop bedacht te zijn dat print en onderdelen met het net verbonden zijn (aanrakingsgevaar!). ◼

**N.B. Let wel, de NE 566 is niet bruikbaar! Dat is namelijk een funktiegenerator-IC en vertoont geen enkele overeenkomst met de S 566B.*

Weerstanden:
R1 = 330 Ω/1 W
R2,R5,R10 = 1M5
R6,R7,R11 = 4M7
R3,R4,R8,R9,R12,R13 = 470 k
R14,R16,R18 = 10 k
R15,R17,R19 = 120 Ω
R20,R21 = 100 k
P1,P2 = 470 k instelpot.

Kondensatoren:
C1 = 0,22 μF/400 V
C2 = 47 μF/25 V
C3,C6,C9 = 0,47 nF/400 V
C4,C7,C10 = 47 nF
C5,C8,C11 = 47 nF
C12,C13,C14 = 0,15 μF/400 V
C15,C16 = 0,1 μF

Halfgeleiders:
IC1,IC2,IC3 = S 566B Siemens (niet: NE566! Zie tekst)
T1,T2,T3 = BC 547B
T4,T5 = BC 557B
Tri1,Tri2,Tri3 = 2 A/400 V triac (bijv. TIC 226D van Texas)
D1 = zener 15 V/1 W
D2 = 1N4001
D3,D4 = zener 4,7 V/¼ W

Diversen:
L1,L2,L3 = ringkernspoel 50 μH/2 A
F1,F2,F3 = 2 A traag (glaszekering met houder voor printmontage)
La1 = rood max. 400 W
La2 = blauw max. 400 W
La3 = groen max. 400 W

3

Figuur 3. Gedetailleerde schema van het kleurenorgel.

4

5

Figuur 4. De print-layout.

Figuur 5. De komponentenopstelling.

Over het emmertjesgeheugen konden we in dit blad al veel vernemen. We maakten er een nagalm mee, phasingvibrato, een videoscope. Maar het emmertjesgeheugen in die toepassingen is slechts het topje van een ijsberg. Een ijsberg van wat belooft een geheel nieuwe tak van de elektronica te worden: de techniek van de analoge vertragingslijnen. Regelmatig worden nieuwe soorten vertragingslijnen ontworpen of nieuwe toepassingen gevonden. Vertragingslijnen die werken met ladingsoverdracht of met oppervlaktegolven. Toepassingen die uiteenlopen van transversaalfiltering tot real-time frekwentie-analyse. Een overzicht.

mogelijkheden nog niet te overzien

analoge vertragingslijnen

met ladingsoverdracht of oppervlaktegolven

UK113

Foto: Philips Research Laboratories

Elektronische onderdelen die een bepaald signaal vertragen zijn er in twee soorten, die in principe hemelsbreed verschillen, maar in hun toepassingen toch erg verwant zijn. De ene soort werkt met elektrische ladingsoverdracht. De Engelse term voor deze komponenten is *charge transfer devices*; zo'n onderdeel noemen we meestal kortweg CTD. Dergelijke onderdelen zijn bijvoorbeeld het emmertjesgeheugen en het "charge coupled device" (twee verschillende soorten CTD, die in hun toepassingen overigens niet van elkaar te onderscheiden zijn; we zullen het in het vervolg dan ook over CTD's hebben). Naast de ladingsoverdracht van de CTD bestaat er nog een tweede manier om een analoog signaal te vertragen. Zet het elektrische signaal om in mechanische trillingen. Die trillingen kunnen een mechanische golf veroorzaken. Als die golf zich een tijdje heeft voortgeplant, vang je hem op en maakt er weer een elektrisch signaal van. Dat signaal is hetzelfde als het oorspronkelijke, maar dan vertraagd. Dit principe wordt gebruikt in de *oppervlaktegolf-vertragingslijnen*, minder korrekt ook wel *oppervlaktegolffilters* genoemd. De elektronicus vindt dit laatste woord ook nog te lang en spreekt in plaats daarvan meestal van *SAW-filters*, naar het Engelse *surface acoustic wave*.

Kondensatortjes op een rij

Als je een analoog signaal wilt vertragen, moet je het eigenlijk een tijdje bewaren. Een van de mogelijkheden daarvoor is om het signaal periodiek te bemonsteren en die monsters te bewaren. Dat is wat er gebeurt in een CTD.

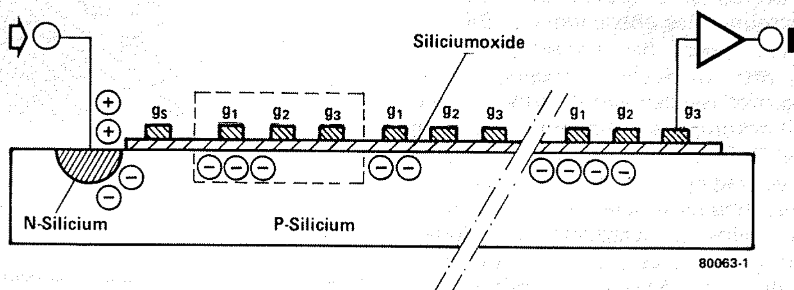
Een van de eenvoudigste vormen waarin een CTD gemaakt kan worden is getekend in figuur 1. Het is eigenlijk niets anders dan een rijtje kondensatoren achter elkaar. De ene kondensatorplaat wordt gevormd door een gate-elektrode, de andere door een stukje van het half-geleidende P-silicium. Het diëlektricum is het vertrouwde siliciumoxide. Eén stapje in de vertragingslijn bestaat hier uit drie van die kondensatortjes achter elkaar (er is een onderbroken rechthoek omheen getekend). De gates van die drie kondensatortjes zijn aangeduid als g1, g2 en g3.

Het signaal wordt van het ene stapje naar het volgende verplaatst in de gedaante van ladingspakketjes; elk ladingspakketje komt overeen met een bemonstering van het signaal.

Ook binnen de één stap van de CTD wordt zo'n ladingspakketje verplaatst: van g1 naar g2, dan van g2 naar g3, en vervolgens van g3 naar de g1 van het volgende stapje. Om een ladingspakketje te verplaatsen van g1 naar g2 hoeft alleen de spanning op g2 even verhoogd

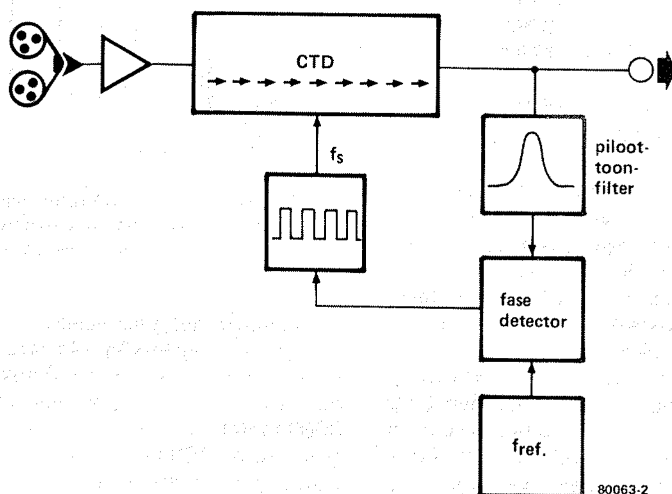
te worden, en die op g1 even verlaagd. Om een ladingspakketje één hele stap in de CTD te verplaatsen zijn dus drie van die verplaatsingspulsen nodig. De verplaatsingssnelheid, en daarmee de vertraging van de CTD, is afhankelijk van de frekwentie van die verplaatsingspulsen.
De eerste stap van de CTD wordt gemaakt met behulp van een gewone PN-halfgeleiderovergang. Het te vertragen signaal wordt, voorzien van een positieve voorspanning, op een stukje in het substraat aangebracht N-silicium gezet. In het P-silicium zullen dan negatieve ladingsdragers (elektronen) bij de grenslaag komen, méér naarmate de ingangsspanning hoger is. Een korte puls op de bemonsteringselektrode g_S zorgt ervoor dat een deel van die ladingsdragers onder g_S terecht komt en aan het doorgeefspelletje kan beginnen.
De laatste stap van de CTD is eigenlijk helemaal niet bijzonder: het uitgangssignaal wordt eenvoudig van de laatste elektrode afgetapt. Omdat deze elektrode een kapacitieve bron vormt, moet er wel een bufferversterker met een zeer hoge ingangsimpedantie aan te pas komen.
Overigens is het aantal van drie kondensatortjes per stap niet principieel. Het kan ook met twee kondensatortjes, of met meer dan drie. In de praktijk wordt wel vaak met drie kondensatortjes gewerkt; dat is juist genoeg om te voorkomen dat de verschillende ladingspakketjes in elkaar overlopen. Er zijn nog andere manieren om een CTD te maken, maar het basisprincipe van de verplaatsende ladingspakketjes is steeds hetzelfde.

1



Figuur 1. Een dwarsdoorsnede van een CTD (charge transfer device) laat zien dat het eigenlijk om niets anders gaat dan een rijtje kondensatoren, die ladingspakketjes doorgeven. Drie van die kondensatoren samen vormen één stap.

2



Figuur 2. Dit principe is bedacht om de nadelige gevolgen van snelle veranderingen in de bandsnelheid van video- of audiorecorders teniet te doen. De tegenkoppellus houdt een mee opgenomen piloottoon in het uitgangssignaal konstant.

Twee voordelen

De CTD biedt twee belangrijke voordelen: de mate van vertraging is uitwendig te beïnvloeden door de frekwentie van de verplaatsingspulsen op de gates te variëren, en een CTD is eenvoudig te fabriceren, tenminste voor iemand die IC's maakt. De fabricage verloopt volgens precies hetzelfde procédé als die van gewone geïntegreerde schakelingen.
Heel aantrekkelijk is dan ook de kombinatie van zo'n CTD met een andere halfgeleiderschakeling. Zo zal bijvoorbeeld de bufferversterker van figuur 1, evenals de schakeling voor het opwekken van de verplaatsingspulsen, bijna zeker met de eigenlijke vertragingslijn meegeïntegreerd worden. Maar ook kan een CTD gemakkelijk opgenomen worden in een grotere schakeling die in zijn geheel geïntegreerd is. Een honderdstaps-CTD (met driehonderd kondensatortjes) hoeft geen grotere oppervlakte dan 2,5 x 0,25 mm op een chip te beslaan, hetgeen overeenkomt met slechts 2,5% van een LSI-chip van 5 x 5 mm.

Wat doe je ermee?

Er zijn in de handel CTD's die gebruikt kunnen worden met bemonsteringsfrekwenties tot zo'n 20 MHz, wat erop neer komt dat signalen met frekwentiekomponenten tot maximaal ca. 10 MHz verwerkt kunnen worden. In het laboratorium werkt men al met bemonsteringsfrekwenties tot 130 MHz (signalen tot 65 MHz). CTD's met meer dan duizend stappen zijn al heel gewoon, en kunnen in menig Elektuur-ontwerp worden aangetroffen.
Een "gewone" CTD, zoals tot dusver beschreven (straks zullen we nog "speciale" CTD's zien), heeft al verschillende malen in dit blad gestaan. Vooral bij geluidseffektapparatuur is het een vrij veel gebruikt onderdeel: phasing, flanging, vibrato, chorus, nagalm en echo zijn allemaal geluidseffekten die met CTD's te verwezenlijken zijn. We gaan hierop nu niet verder in, maar volstaan met te verwijzen naar de desbetreffende artikelen (zie literatuur).
In de meettechniek kunnen CTD's ook nuttige diensten bewijzen. Je kunt ze bijvoorbeeld gebruiken voor *tijdbasis-expansie* of *-kompressie*. Dat is wat er gebeurt in de uitgebreide versie van de videoscope (zie literatuur). Een signaal wordt in een CTD "opgenomen" met een bepaalde bemonsteringssnelheid, en daarna "afgespeeld" met een andere snelheid. Het signaal wordt als het ware in de tijd uitgerekt of samengeperst.
Een andere toepassing binnen de meettechniek is die van de zogenaamde *transient-recording*. Een transient is een eenmalig, kortstondig signaal, in zekere zin het tegenovergestelde van een periodiek signaal. Onregelmatige stoorpulsen zijn voorbeelden van transients. Zo'n onregelmatig signaal kun je meestal niet zo gemakkelijk zichtbaar maken op een oscilloskoop. Veel meer dan een vage flits zul je niet kunnen onderscheiden. Om zo'n transient wèl zichtbaar te maken kunnen we er een periodiek signaal van maken. Dat kan door zo'n transient in een CTD vast te leggen en vervolgens periodiek "af te spelen", al dan niet met een andere snelheid. Deze toepassing is van groot belang voor de medische elektronica (onregelmatige hartpulsen, hersensignalen etc.).

Flutteronderdrukking

Voor videorecorders – en ook wel voor audiorecorders – is de toepassing van figuur 2 bedacht. Daar gaat het om het kompenseren van snelle veranderingen in de bandsnelheid (flutter). Vooral bij videorecorders veroorzaakt de geringste flutter al een aanzienlijke verslechtering

van het weergegeven signaal.
Bij de opname wordt een stabiele piloottoon mee opgenomen. Bij het afspelen wordt het signaal door een CTD met variabele vertraging geleid. Een groter worden van de bandsnelheid wordt gekompenseerd door de vertraging in de CTD groter te laten worden, en een vertraging van de band door de CTD-vertraging te laten afnemen. Of de band sneller of langzamer gaat lopen wordt gekonstateerd door de weergave van de mee opgenomen piloottoon. Deze wordt uit het signaal gefilterd en in een fasedetektor vergeleken met een stabiele referentietoon. Het signaal van de fasedetektor stuurt de generator voor de verplaatsingspulsengenerator. De regellus houdt de piloottoon in het weergegeven signaal konstant, en zorgt er zo voor dat het uitgangssignaal met de juiste snelheid beschikbaar is.

Oppervlaktegolven dankzij piëzo-elektriciteit

Een heel ander ding dan de CTD is het oppervlaktegolffilter. Dat we beide hier ter sprake brengen komt omdat ze samen een heel scala van nieuwe mogelijkheden in de elektronica ontsluiten. In plaats van over oppervlaktegolffilters spreekt de elektronicus meestal over SAW-filters.
De konstruktie van een SAW-filter is nog eenvoudiger dan die van een CTD: zie figuur 3. Er wordt gebruik gemaakt van het piëzo-elektrische effekt. Piëzoelektrische materialen vertonen een mechanische vervorming als je er een elektrisch veld over aanlegt, en omgekeerd: als je ze mechanisch vervormt ontstaat er een elektrisch veld overheen. Een klap met een hamer op een stuk piëzo-elektrisch materiaal kan een kortstondige puls van enkele duizenden volts opleveren. Hoog genoeg om een fraaie vonk te kreëren die gebruikt kan worden in de "elektronische" aansteker of in zulke vredelievende toepassingen als granaatontstekingen. Iets subtieler is de toepassing van het piëzo-elektrisch effekt in kristalmikrofoons of speciale hogetonenluidsprekers.
Een SAW-filter bestaat uit een blokje van dit piëzo-elektrische materiaal, met op de oppervlakte een metalen elektrodenstruktuur. Aan de ene kant van het blokje vormen de elektroden een *ingangstransducer*, die het elektrische signaal omzet in mechanische trillingen, en aan de andere kant een *uitgangstransducer* die de mechanische trillingen weer omzet in elektrische. De mechanische trillingen spelen zich voornamelijk af aan de oppervlakte van het blokje. Daar beweegt zich een golf van de ingangstransducer naar de uitgangstransducer. Het is een lopende golf met een amplitude van slechts een paar nanometer (10^{-9} m).

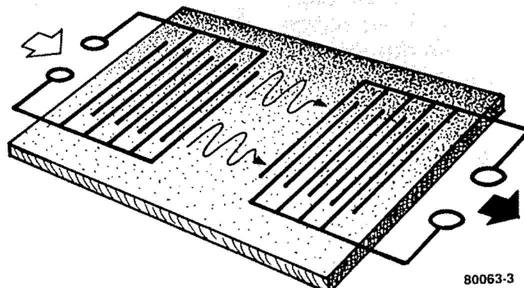
Golflengte veel kleiner dan in vacuüm

De snelheid waarmee de mechanische golf zich langs de oppervlakte beweegt is, wanneer het piëzo-elektrische materiaal mooi regelmatig van struktuur is, binnen ruime grenzen onafhankelijk van de frekwentie. De orde van grootte is 3000 meter per sekonde. Daarmee is de golf zo'n 100.000 maal trager dan wanneer hij zich als elektromagnetische golf door het vacuüm (of door de lucht) zou voortplanten. Dat betekent dat de golflengte van zo'n oppervlaktegolf ook ca. 100.000 maal korter is dan de elektromagnetische golflengte in de lucht. De golflengte van een 30 MHz-signaal in de lucht is 10 meter, in een SAW-filter slechts 0,1 mm.
Met deze wetenschap kunnen we een SAW-filter selektief maken. Door de elektroden van zowel de ingangs- als de uitgangstransducer op een afstand van 0,1 mm van elkaar aan te brengen zullen de golven met die golflengte elkaar versterken. Alle signalen met een andere golflengte, en dus met een andere frekwentie, zullen elkaar uitdoven. Hoe meer evenwijdige elektroden (we noemen die: vingers) er aan de in- en uitgang zijn, hoe selektiever het filter is. SAW-bandfilters kunnen worden gefabriceerd met een selektiviteit die bijna ongehoord is.
De praktisch bruikbare signaalfrekwenties liggen in het gebied tussen 5 MHz en enkele GHz. Als selektief filter worden ze al mondjesmaat toegepast in het middenfrekwentgedeelte van televisietoestellen. Voordeel: eenvoudige fabrikage, geen afregeling. Nadeel, overigens niet voor televisietoestellen: hoge demping, de "resonantiefrekwentie" ligt onwrikbaar vast en is eigenlijk alleen "mask-programmable".

Andere mogelijkheden

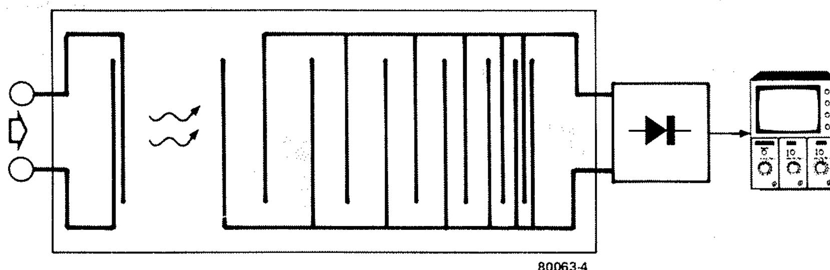
Is het gebruiken van oppervlaktegolven in bandfilters al uiterst aantrekkelijk vanwege de enorme selektiviteit, het principe levert ons ook nog een hele reeks andere toepassingsmogelijkheden. Vooral wanneer we de ingangstransducer breedbandig maken en de uitgangstransducer een speciale struktuur geven.
Een voorbeeld van zo'n speciaal SAW-filter is getekend in figuur 4. De ingangstransducer bestaat uit slechts twee vingers, zodat deze nauwelijks selektief is (breedbandig). De uitgangstransducer bestaat uit een aantal vingers die steeds dichter op elkaar komen. Voer nu een willekeurig, kortstondig signaal toe aan de ingang. Zoals bekend bestaat ieder willekeurig signaal uit de som van een aantal sinusvormige trillingen. Deze verzameling sinusgolven komt aan bij de uitgangstransducer. De vingers die het verst uit elkaar liggen zijn het gevoeligst voor de sinussen met een lange golflengte, dus met een lage frekwentie. De vingers daarentegen die het dichtst bij elkaar liggen zijn het gevoeligst voor de hoogfrekwente sinusgolven. Zowel de laagfrekwente sinussen als de hoogfrekwente komen in de vorm van een elektrisch signaal op de uitgang van het SAW-filter. Alleen: niet tegelijkertijd. De vertraging van de laagfrekwente signaalkomponenten is kleiner dan die van de hoogfrekwente. De laagfrekwente golven komen eerder aan dan de hoge.
We gaan nu het elektrische signaal van het SAW-filter, zoals in de tekening is aangegeven, gelijkrichten. Er ontstaat dan dus een gelijkspanning die evenredig is met de amplitude van de door de uitgangstransducer "ontvangen" golven. Wat gebeurt er nu als we gedurende korte tijd een willekeurig signaal op de ingang van het SAW-filter

3

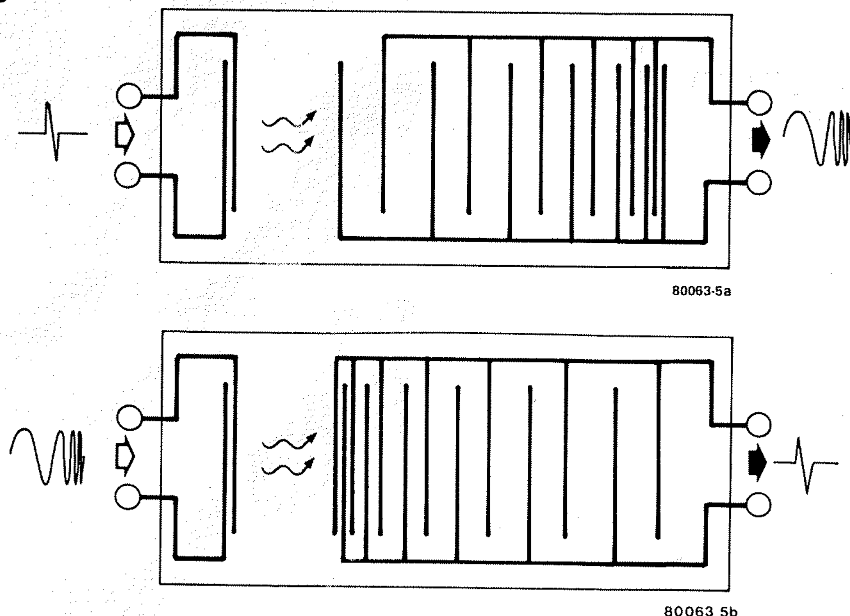


Figuur 3. Een blik op een oppervlaktegolffilter (SAW-filter). Het bestaat uit een metalen elektrodenstruktuur, aangebracht op een plakje piëzo-elektrisch materiaal. Links de ingangstransducer, rechts de uitgangstransducer. Kwa opbouw zijn deze precies hetzelfde.

4



Figuur 4. Dit speciale SAW-filter, met de opvallende struktuur van zijn uitgangstransducer, maakt frekwentie-analyse van kortstondige signalen mogelijk. Het uitgangssignaal van het filter hoeft alleen te worden gelijkgericht en kan dan zo naar een oscilloskoop toe.



Figuur 5. "Tsjilpfilters", zoals ze worden gebruikt in de radartechniek en de medische elektronica. Figuur 5a toont het "zenderfilter" en figuur 5b het "ontvangerfilter".

zetten? Eerst zal de uitgangsgelijkspanning evenredig zijn met de laagfrekwente komponenten uit het ingangssignaal, en later geleidelijk aan met de hoogfrekwente komponenten.
Bevat het ingangssignaal weinig laagfrekwente komponenten en veel hoge, dan zal de uitgangsspanning eerst laag zijn en dan hoog. Zijn er juist veel laagfrekwente komponenten in het ingangssignaal tegenover weinig hoogfrekwente, dan is de situatie precies omgekeerd: eerst is de uitgangsspanning hoog, en dan laag. We hebben een heel handig ding gemaakt: een frekwentie-analyser. Het uitgangssignaal van figuur 4 kan zo aan een oscilloskoop worden toegevoerd en we krijgen de frekwentiekarakteristiek van het ingangssignaal op het scherm. Weliswaar is de analyser alleen geschikt voor kortstondige signalen, maar het is duidelijk dat deze speciale vorm van het SAW-filter de weg opent naar de éénchips-frekwentie-analyser. In de praktijk zal er nog wel wat aan omringende elektronica nodig zijn. Wat dat aangaat is het interessant te vermelden dat er ook al monolitische kombinaties van SAW-filters met halfgeleiderschakelingen bestaan. Deze worden gefabriceerd, uitgaande van een silicium-chip waarop een laagje piëzo-elektrisch materiaal (bijvoorbeeld zinkoxide) is aangebracht.

"Tsjilp!"

Het speciale SAW-filter uit figuur 4 zien we weer in figuur 5a. Er wordt nu een kortstondige puls aan toegevoerd. Zo'n puls bevat alle mogelijke frekwentiekomponenten, en vandaar dat aan de uitgang van het SAW-filter het getekende "tsjilp"-signaal verschijnt: een snel in frekwentie toenemend sinusachtig signaal (in het Engelse vakjargon heet zo'n signaal een *"chirp"*). In figuur 5b is dezelfde tsjilp het ingangssignaal van een ander type SAW-filter, en daar is het uitgangssignaal weer een kortstondige puls.
Deze tsjilpen worden gebruikt in de radartechniek. Daar immers zend je pulsen uit, en vangt ze even later weer op. Alleen: hoe weet je dat een puls die je ontvangt dezelfde is die je zojuist hebt uitgezonden? Tenslotte is de wereld vol van pulsen, en alle pulsen lijken op elkaar. Je kunt beter voor het uitzenden de puls in een tsjilp veranderen en na het ontvangen de tsjilp weer terug omvormen tot een puls. Alleen een tsjilp van precies de juiste gedaante levert een mooie, korte puls op; alle andere ontvangen signalen worden weggefilterd. Een bijkomend, maar zeker niet onbetekenend voordeel is dat de radarzender voor het uitzenden van zo'n tsjilp lang niet zo'n hoog piekvermogen hoeft te kunnen leveren. Dit lage piekvermogen is de reden dat deze tsjilpen ook worden gebruikt in geavanceerde medische apparatuur (bijvoorbeeld voor het "ultrasoon doorlichten"). De kans dat tere organen schade oplopen van een tsjilp is veel kleiner dan dat een scherpe puls iets ongewensts aanricht.

Filterparen

De tsjilpfilters, om ze zo maar even te noemen (figuur 5), vormen een voorbeeld van een op elkaar afgestemd *filterpaar* (Engels: *matched filters*). Het ene filter levert een bepaald signaal, en het andere filter levert alleen een scherpe puls wanneer dat ene signaal op zijn ingang terecht komt. Dat filter is dus selektief voor dat ene signaal, maar wel op een heel andere manier dan de gebruikelijke resonantiekring, die selektief is voor een bepaalde frekwentie. Dergelijke filterparen kunnen in talloze varianten gemaakt worden. In plaats van een tsjilp kan een "zenderfilter" natuurlijk ook een ander "melodietje" uitzenden, als het "ontvangerfilter" daarop maar is afgestemd. In figuur 6 is een voorbeeld getekend. Merk trouwens op dat de beide filters van een paar verwisseld kunnen worden, en dan weer een paar vormen. Het melodietje wordt dan van achter naar voren "gespeeld"!

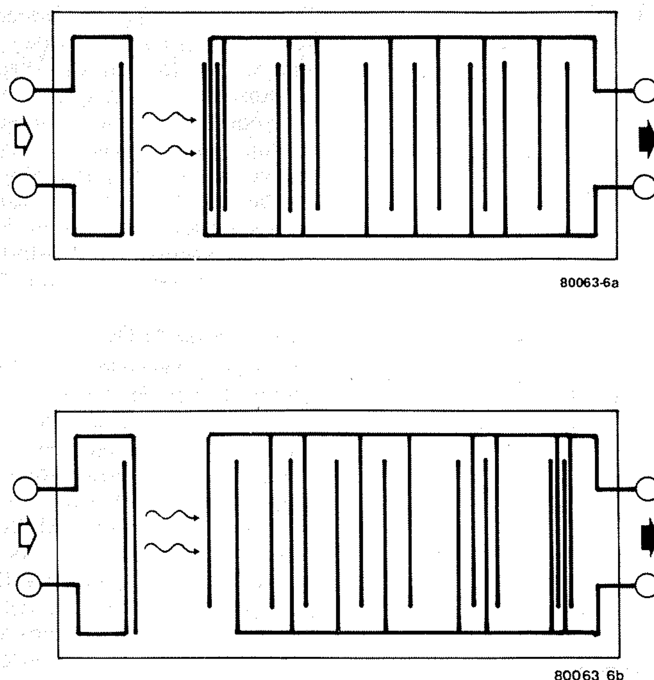
Transversaalfilters

Een heel universele soort filters wordt gevormd door de *transversaalfilters*. Het principe daarvan is al lang bekend, maar praktische uitvoeringen ervan waren tot dusver tamelijk schaars (digitale vormen uitgezonderd). De algemene vorm van een transversaalfilter is blokschematisch getekend in figuur 7. Het uitgangssignaal van een transversaalfilter is de gewogen som van een aantal vertraagde kopieën van het ingangssignaal. Met "gewogen som" wordt bedoeld dat de kopieën, voordat ze bij elkaar worden opgeteld, eerst ieder met een "weegfaktor" w worden vermenigvuldigd.
Het voert een beetje ver om het waarom ervan duidelijk te maken, maar door de juiste vertragingen τ en de juiste weegfaktoren w te kiezen, kan bijna elke gewenste frekwentiekarakteristiek worden verkregen. Een respons kan bijna zo gek niet worden bedacht, of je kunt er een passend transversaalfilter bij bedenken. Iets dat voor bijvoorbeeld "gewone" filters met spoelen, kondensatoren en weerstanden absoluut niet of èrg moeilijk opgaat. Het uitrekenen van de goede vertragingen en weegfaktoren is wel een stevige klus voor een wiskundige, maar het kan. Tussen twee haakjes: een phaser (geluidseffektapparaat) en zijn verwanten kunnen worden opgevat als eenvoudige vormen van transversaalfilter.
Hoe krijg je nu de vertragingen τ en de weegfaktoren w konkreet verwerkt in een SAW-filter? De vertragingen zijn heel eenvoudig: die worden bepaald door de afstanden van de vingers van de uitgangstransducer tot de ingangstransducer. Hoe groter die afstand, hoe groter de vertraging.
Maar ook de weegfaktoren kunnen gemakkelijk in de elektrodenstruktuur van het SAW-filter worden aangebracht, en wel door de *lengte* van de vingers te variëren. Een voorbeeld van zo'n transversaalfilter is afgebeeld in figuur 8. Zoals in de praktijk meestal gedaan wordt, is hier de onderlinge afstand tussen de vingers van de uitgangstransducer steeds dezelfde; uitvoeringen met onregelmatige afstanden zijn echter ook heel goed mogelijk. Een dergelijk filter kan een heel merkwaardige frekwentiekarakteristiek hebben.

Terug naar de CTD

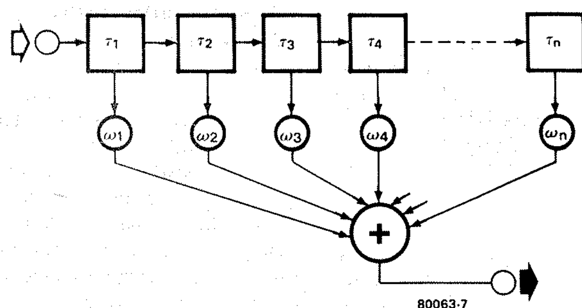
We zijn dit verhaal begonnen met de

6



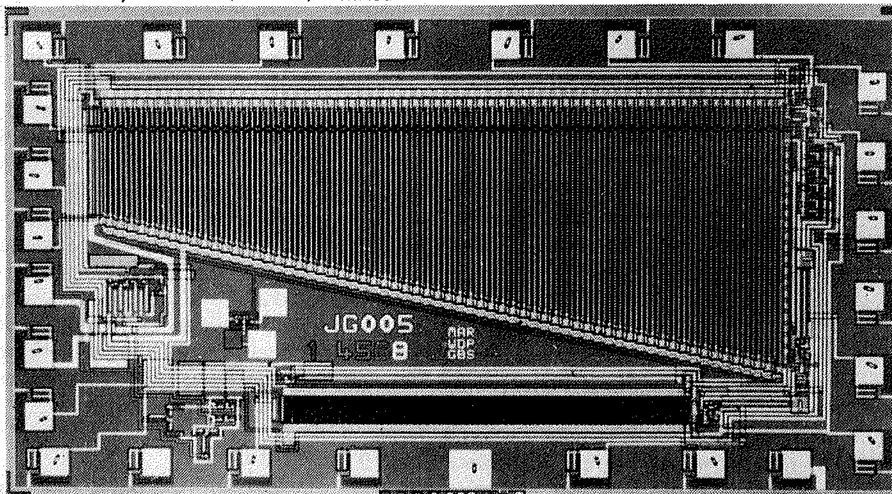
Figuur 6. Evenals de filters van figuur 5, zijn dit zogenaamde gepaarde filters. Het filter van figuur 6a kan gebruikt worden om een signaal "uit te zenden" en dat van figuur 6b om het signaal te detekteren. Maar de filters kunnen ook verwisseld worden!

7

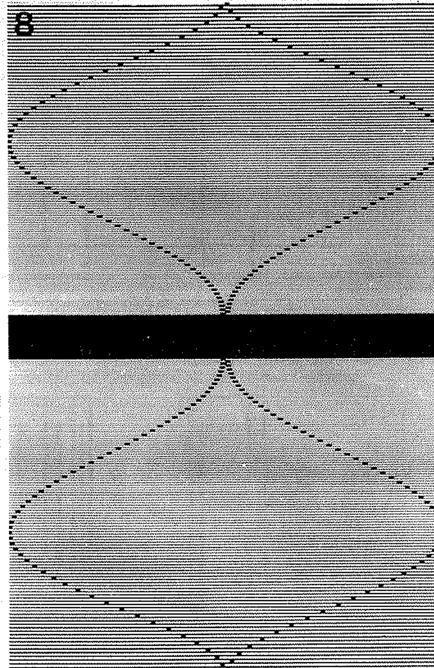


Figuur 7. Het principeschema van een transversaalfilter. τ_1, τ_2 enzovoort vertragen het signaal. De w's zijn zogenaamde "weegfaktoren", konstante faktoren waarmee de vertraagde signalen worden vermenigvuldigd.

Foto: Plessey Research (Caswell) Limited



8

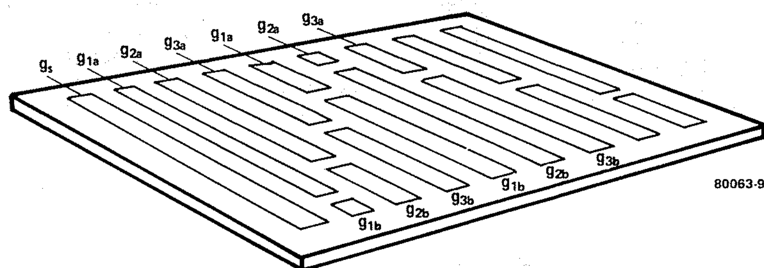


Figuur 8. Zo kan een SAW-transversaalfilter eruit zien. Deze versie is symmetrisch; niet alleen de uitgangstransducer heeft een speciale struktuur gekregen, maar ook de ingangstransducer (foto AEG-Telefunken).

ladingsoverdrachtfilters (CTD's) en hebben een lange omweg gemaakt via de oppervlaktegolffilters (SAW-filters). Maar met de transversaalfilters zijn we weer terug bij de CTD's. Want deze zijn bijzonder geschikt om er transversaalfilters mee te maken. Een van de meest toegepaste manieren om dat te doen is door gebruik te maken van de zogenaamde *split-electrodes-techniek*, waarvan een indruk is gegeven in figuur 9.

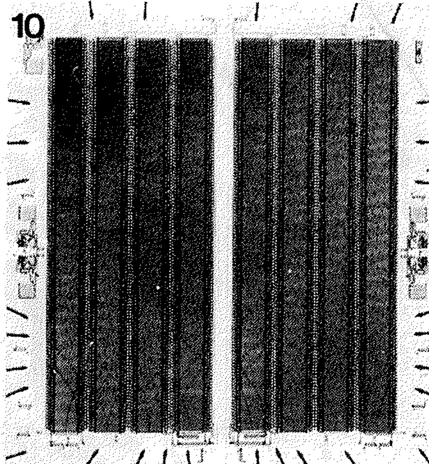
Het is zo op het gevoel eigenlijk al duidelijk wat deze techniek behelst: de gate-elektroden van de CTD worden in twee gedeelten gesplitst, en slechts één van die twee gedeelten wordt uiteindelijk volledig betrokken in het ladingsdoorgeefspelletje van de kondensatoren. Slechts één van de elektrodegedeelten neemt lading over van de vorige kondensator, of geeft lading af aan de volgende. Met deze split-electrodes-techniek kunnen op een tamelijk eenvoudige manier zeer ingewikkelde funkties worden verricht. De vier bij elkaar horende split-electrodes-CTD's van figuur 10 voeren samen een ingewikkelde reeks wiskundige bewerkingen uit, die samen bekend staan onder de fraaie naam "chirp-Z-transformatie-algoritme". Net als de SAW van figuur 4 kan dit viertal gebruikt worden voor de frekwentie-analyse van een signaal. In tegenstelling tot de SAW zijn ze ook geschikt voor kontinue ingangssignalen (de SAW verwerkt alleen kortstondige signalen). De verwachting is dat deze of dergelijke chips bij de in de toekomst zo belangrijke spraakherkenning en spraaksyntese een belangrijke rol zullen spelen. Dat deze chips tot sensationele dingen in staat zijn blijkt wel uit het feit dat iemand eens heeft uitgerekend dat ze in

9



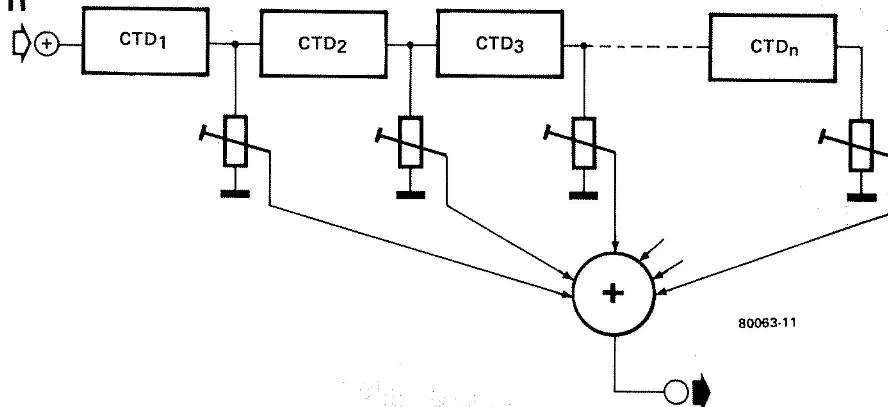
Figuur 9. Met behulp van de "split-electrodes-techniek" kan men ook van een CTD een transversaalfilter maken. De gate-elektroden worden daarbij in twee gedeelten gesplitst, en slechts één van de gedeelten doet mee aan het ladingsdoorgeefspelletje.

10



Figuur 10. Een chip waarop een viervoudige CTD-transversaalfilter is aangebracht. Eigenlijk zijn het vier afzonderlijke filters, die samen een ingewikkelde signaalbewerking uitvoeren die van belang is voor de in de toekomst zo belangrijke spraakherkennings- en spraaksyntesesystemen (foto Reticon).

11



Figuur 11. En zo maak je een programmeerbaar transversaalfilter. Universelere filters zijn bijna niet denkbaar.

feite evenveel berekeningen per sekonde en met dezelfde nauwkeurigheid verrichten als duizend van de grootste IBM-computers . . .

Programmeerbaar

Maar we zijn nog niet aan het einde van ons latijn. Buitengewoon veelzijdige mogelijkheden bieden de *programmeerbare transversaalfilters,* die er ook al zijn. Zijn de SAW-transversaalfilters en de split-electrodes-CTD's nog star, in die zin dat ze één bepaalde -zij het buitenissige- frekwentiekarakteristiek hebben, we kunnen een transversaalfilter óók nog eens zo maken dat die frekwentiekarakteristiek naar believen instelbaar is. Dat kan al heel gemakkelijk door een vertragingslijn te nemen met op regelmatige afstand een uitgang en de weegfaktoren eenvoudig in te stellen met potmeters. De gelijkenis van figuur 11 met de algemene vorm van het transversaalfilter (figuur 7) moet iedereen wel opvallen. En hoe krijg je een vertragingslijn met op regelmatige afstand een uitgang? Niets is eenvoudiger dan bij een CTD niet alleen de laatste stap van een uitgang te voorzien, maar iedere stap. Dergelijke CTD's zijn dan ook inmiddels in de handel, speciaal met de bedoeling er transvaalfilters van te maken. Ze hebben enkele tientallen uitgangen.

Het transvaalfilter van figuur 11 is programmeerbaar door het instellen van enkele tientallen potmeters. Kostbaar, en niet direkt handig. Maar gelukkig: de geïntegreerde potmeter is geen toekomstmuziek meer, dus wat let ons om ook die op de chip te zetten? En desnoods ook nog een schakeling die de juiste stand van de geïntegreerde potmeters uitrekent: een microcomputer. De mogelijkheden zijn hier werkelijk legio.

En je kunt een CTD óók nog op een andere manier programmeerbaar maken. Door uit te gaan van het split-electrodes-idee en dan op de plaatsen van de splitsingen een MOS-schakelaar mee te integreren. Als deze open is, is de elektrode in twee gedeelten gesplitst. Elke MOS-schakelaar kan gestuurd worden vanuit een ook op de chip aangebracht halfgeleidergeheugen. En bovendien: elke elektrode kan voorzien worden van een groot aantal splitsingsmogelijkheden (MOS-schakelaars) en zo van nog veel meer mogelijke frekwentiekarakteristieken. Soortgelijke MOS-schakelaars kunnen ook worden aangebracht op verschillende plaatsen in de vingers van een SAW-filter, dat daarmee dus ook programmeerbaar wordt.

Nog maar klein gedeelte benut

Al deze mogelijkheden bij elkaar maken duidelijk dat de techniek van de analoge vertragingslijnen nog maar voor een klein gedeelte benut wordt. Zeker is nu wel dat zowel CTD's als SAW-filters in de toekomst steeds meer deel zullen gaan uitmaken van de alledaagse elektronica. We hoeven ons er dan ook niet over te verbazen dat er op dit terrein veel en intensieve research wordt verricht. Er zullen zeker nog vele toepassingen worden gevonden.

En over de veelbelovende ontwikkelingen op het speciale gebied van de lichtgevoelige en lichtgevende CTD's (eindelijk de platte beeldbuis?) hebben we het hier nog niet eens gehad . . .

Maar daarover misschien een andere keer. ◄

Literatuur:

- *Robert W. Broderson & Richard M. White: New Technologies for Signal Processing. Science 195-4283, 18 maart 1977 (geen gemakkelijk artikel).*
- *Videoscope, de skoop op tv. Elektuur 180, oktober 1978, p. 10-41.*
- *Elektronische galm. Elektuur 180, oktober 1978, p. 10-34.*
- *Audio-vertraging. Deel 1: Elektuur 186, april 1979, p. 4-47; deel 2: Elektuur 188, juni 1979, p. 6-58 (over de toepassingen van analoge vertragingslijnen in de geluidstechniek).*
- *Phasing-vibrato met emmertjesgeheugen. Elektuur 155, september 1976, p. 9-36.*

frekwentieverdubbelaar voor gitaar

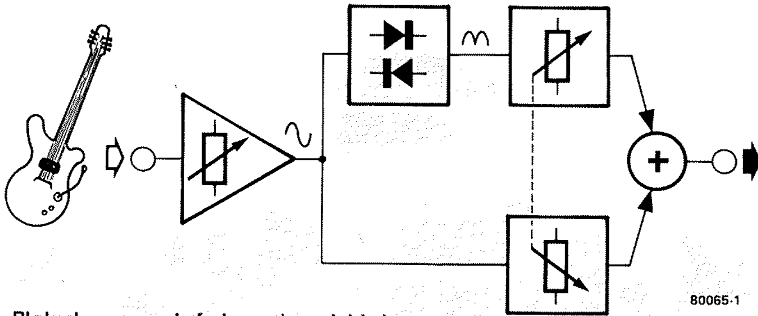
een oktaaf hoger

Met de frekwentieverdubbelaar staat de gitarist een middel ter beschikking om bij solospel de tonen een oktaaf hoger te laten klinken. Bij de meeste van deze schakelingen is het slechts mogelijk om of de "normale" toon of de in frekwentie verdubbelde toon weer te geven. De hier besproken schakeling vormt daarop een bijzonder aantrekkelijke uitzondering. Deze bezit naast de bovenvermelde mogelijkheid nog een regeling, waarmee de mengverhouding tussen de "normale" en de in frekwentie verdubbelde toon naar wens kan worden bepaald.

Het blokschema in figuur 1 geeft de opbouw van de verdubbelaar. Uit dit schema blijkt duidelijk, dat het orginele gitaarsignaal na versterking gesplitst wordt in een tweetal takken. In de ene tak wordt de frekwentie verdubbeld met behulp van een dubbelfasige gelijkrichter, terwijl de andere tak het oorspronkelijke signaal voert. De verhouding van deze signalen is volledig regelbaar en kan na sommering aan een gitaarversterker worden toegevoerd.

In figuur 2 vinden we het principeschema van de frekwentieverdubbelaar. De schakeling is opgebouwd met slechts een IC, dat vier opamp's bevat. Zo vormt A1 een voorversterker, waarvan de versterking met P1 regelbaar is van 1 tot 50 maal. De met * gemerkte komponenten R1 en C1 aan de ingang van A1, kunnen eventueel aangepast worden aan de gewenste afsluitimpedantie van een gitaarelement en de laagst weer te geven frekwentie. De uitgangsspanning van A1 is bij afwezigheid van een AC-stuurspanning nul volt (symmetrisch tussen de beide voedingsspanningen). Deze uitgang is rechtstreeks doorverbonden met de niet-inverterende ingangen van A2 en A3, waardoor de uitgangsspanningen van deze opamp's eveneens symmetrisch zijn ingesteld, zodat maximale uitsturing voor AC-signalen mogelijk is. De opamps A2 en A3 vormen tezamen met R4 t/m R8 en D1 en D2 de dubbelfasige gelijkrichter. Het uitgangssignaal van A3 levert dus een frekwentieverdubbeling op van het oorspronkelijke signaal dat via C3 aan P2b ligt. Dit verdubbelde signaal ligt via C4 aan P2a, de tweede helft van een stereopotmeter die als balansregelaar funktioneert. Voor de bovenste stand van de loper van P2a ligt de loper van P2b aan massa en wordt alleen het in frekwentie verdubbelde signaal doorgelaten. Figuur 4 toont voor dit geval het uitgangssignaal van de schakeling. Staan de beide lopers van P2 in de middenstand dan worden de beide signalen in gelijke amplitudeverhouding opgeteld, figuur 5 illustreert dit. In de andere uiterste stand (loper P2a naar aarde) zal alleen het normale signaal doorgelaten worden, hetgeen figuur 6 aangeeft. Met P2 kunnen zodoende alle mogelijke verhoudingen tussen het originele signaal en het met een oktaaf verhoogde signaal worden gemengd, waarbij de weerstanden R9 en R10 voor de juiste optelling zorgen. De opamp A4 vormt tezamen met deze weerstanden en R12 een inverterende versterkertrap met een versterking van één. Het uitgangssignaal van A4 is via C5 en R11 beschikbaar voor een gitaarversterker, mengpaneel enz.

1

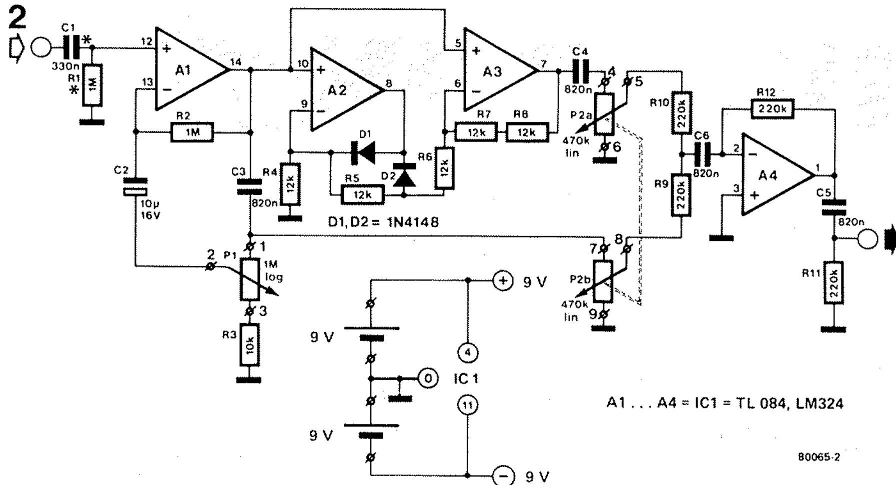


Figuur 1. Blokschema van de frekwentieverdubbelaar.

De bouw van de frekwentieverdubbelaar

Gegevens van de print voor de schakeling van figuur 2 treft men, samen met de onderdelenlijst, aan in figuur 3. De print is zodanig uitgevoerd dat deze in een eenvoudige handzame behuizing is onder te brengen. Met het oog op het "portable" gebruik van de schakeling, is de voeding uitgerust met twee batterijen van 9 volt. Het stroomverbruik van de schakeling bedraagt 8 mA. ◼

2



Figuur 2. Het principeschema van de frekwentieverdubbelaar.

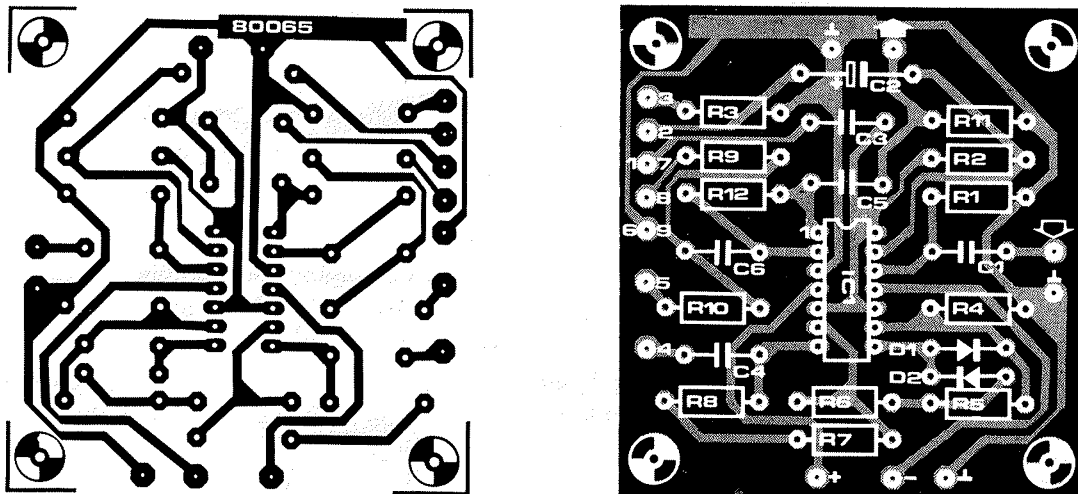
Onderdelenlijst, behorend bij figuur 3.

Weerstanden:
R1*,R2 = 1 M
R3 = 10 k
R4,R5,R6,R7,R8 = 12 k
R9,R10,R11,R12 = 220 k
P1 = 1M log.
P2a/P2b = 470 k lin. stereo

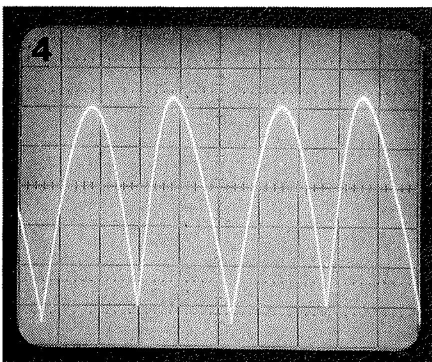
Kondensatoren:
C1* = 330 n
C2 = 10 µ/16 V
C3,C4,C5,C6 = 820 n

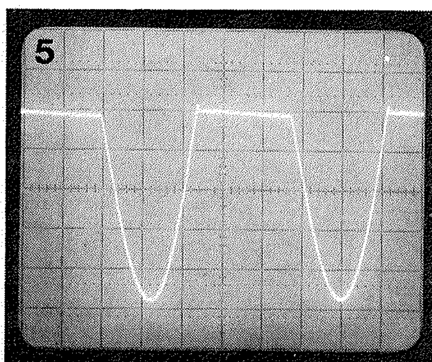
Halfgeleiders:
A1,A2,A3,A4 = IC1 = TL 084 of LM 324
D1,D2 = 1N4148
* zie tekst

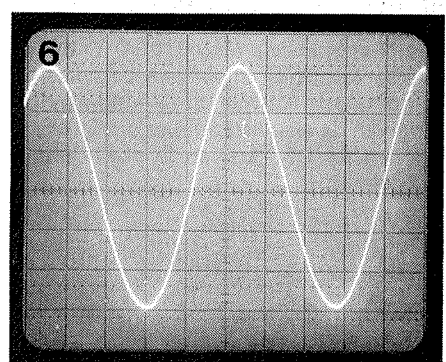
3



Figuur 3. De print van de schakeling van figuur 2.



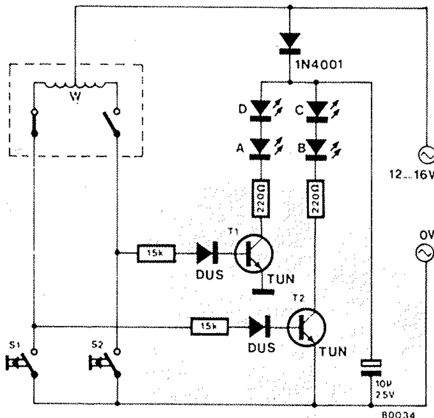




Figuren 4, 5 en 6. Deze figuren geven het uitgangssignaal weer voor drie standen van potentiometer P2.

wisselstand-indikator

Het gebruik van microprocessors voor het besturen van de seinen en wissels in een modelspoor-installatie is al geen toekomstmuziek meer. Komplete emplacementen worden er mee nagebootst. Toch blijft steeds de behoefte bestaan de uitvoering van diverse eenvoudige kommando's terug te melden. Eén van de belangrijkste is wel het kommande voor het omzetten van een wissel. De beschreven "melder" geeft door het oplichten van een LED op het bedieningspaneel aan in welke stand de wissel staat.



De schakeling is zeer eenvoudig. De LED's worden met als schakelaars werkende transistors in- en uitgeschakeld. Voor een goede signalering is het nodig dat de wissel is voorzien van eind-afschakelaars welke openen als de wissel in de overeenkomende eindstand is gekomen. In de figuur is dus het laatst gedrukt op drukknop S2. De met S1 verbonden transistor geleidt, waardoor de LED's B en C oplichten. LED B is aangebracht bij drukknop S2 op het bedieningspaneel, terwijl LED C bij de overeenkomstige zijde van de wissel is gemonteerd. Als men deze extra aanduiding van de wisselstand niet nodig vindt, kunnen de LED's C en D ook worden weggelaten. ◄

potmeters naar wens

potmeter + weerstand(en) = nieuwe potmeter

In tegenstelling tot mensen hebben de gebruikelijke potentiometers een vrij ongekompliceerd karakter: ze zijn lineair of logaritmisch van aard. In tegenstelling tot mensen is het bij potentiometers vrij gemakkelijk om daar wijzigingen in aan te brengen. Door toevoeging van één of twee weerstanden kan men de verzwakkingskarakteristiek ingrijpend wijzigen. Daarover gaat dit verhaal.

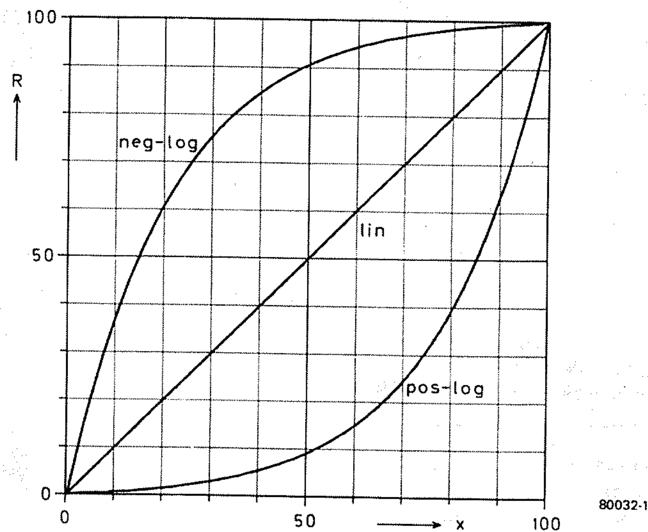
G. Reinhold

Achter de toevoeging "lin" of "log" bij een potentiometer ("potmeter" in het haastige elektronica-jargon) in een schema of onderdelenlijst schuilt een wereld van grafieken, plaatjes die het verloop aangeven als funktie van de loperstand. Het gaat daarbij om het verloop van de weerstand tussen de loper en één bepaald uiteinde van de potmeter, uitgedrukt in procent van de totale weerstand tussen de twee uiteinden van de potmeter.
In een aantal toepassingen zal dit verloop ons om het even zijn. In de ene uiterste loperstand krijg je de minimumwaarde, in de andere de maximumwaarde en ergens daar tussenin de gewenste waarde. Er zijn echter legio situaties waarbij de aard van de afregeling of instelling wel degelijk een woordje meespreekt.
In figuur 1 zijn drie standaardkarakteristieken van potmeters getekend. Op de horizontale as staat de loperpositie (de verdraaiing van de as resp. de verschuiving) x in procent aangegeven; x = 0 komt overeen met de loper geheel linksom gedraaid (draaipotmeters) of in de laagste stand bij schuifpotmeters, en x = 100 komt overeen met de situatie rechtsom of hoog. Er is uitgegaan van een potmeterweerstand van 100 eenheden. De lineaire karakteristiek is de minst gekompliceerde: vanuit de minimumwaarde gaat de karakteristiek recht(lijnig) op zijn doel, de eindwaarde, af. De toevoeging "log" betreft potmeters met een positief-logaritmische karakteristiek, "pos-log" in figuur 1. Het verloop van de karakteristiek is zodanig dat de verzwakking in dB voor een bepaalde konstante verandering van de loperpositie x konstant is, vanuit de startpositie x = 100. Belangrijkste toepassing: volumeregelaar in audio-apparatuur.
Een minder bekende logaritmische karakteristiek is de negatief-logaritmische, "neg-log" in figuur 1. We zien dat vanuit x = 100 de verzwakking maar langzaam toeneemt met afnemende x; eerst beneden x = 50 begint de kurve sterk te dalen.
Hoe ziet de praktijk eruit? In de figuren 2 (pos-log, verder log te noemen) en 3 (lin) is een groot aantal in de praktijk gemeten karakteristieken opgetekend. Vooral in de logaritmische situatie kunnen de afwijkingen ten opzichte van figuur 1 flink oplopen.

weerstanden naar smaak toevoegen

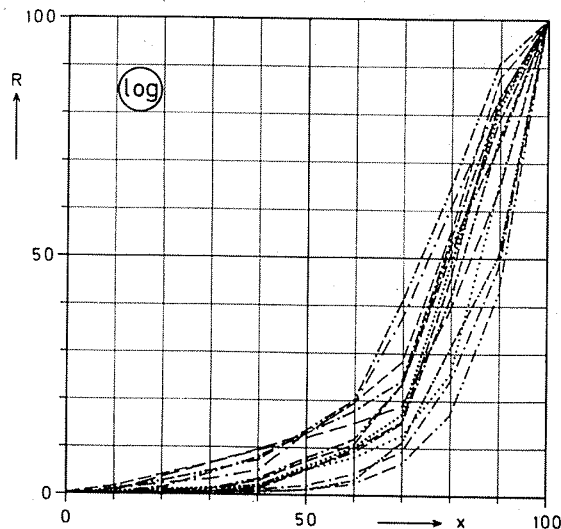
In figuur 4 is aangegeven hoe door toevoeging van twee weerstanden een nieuwe potmeter ontstaat (met een gewijzigde karakteristiek).
Wat nu volgt is een aantal grafieken. Eerst figuur 5, die van toepassing is op een lineaire potmeter, waarvan de weerstand gelijk is aan 100 eenheden. De getrokken karakteristieken gelden voor de situatie waarbij alleen R2 aanwezig is, de streeplijnen idem voor wanneer alleen R3 aanwezig. Merk op

1



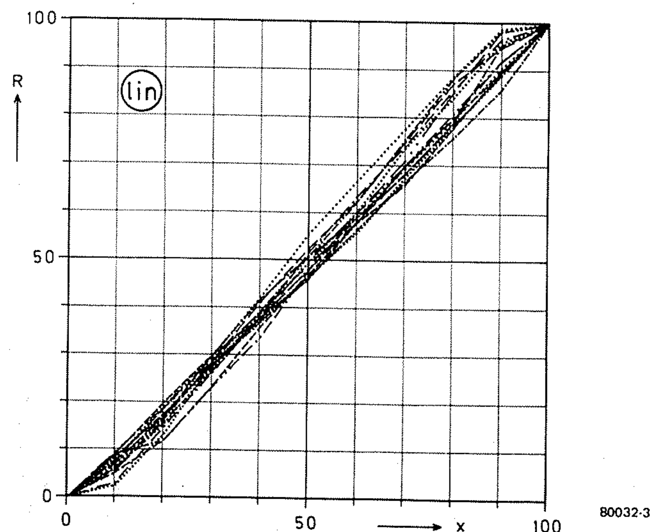
Figuur 1. De verzwakkingskarakteristieken van standaard in de handel verkrijgbare potmeters vertonen een lineair, positief-logaritmisch ("logaritmisch") dan wel een negatief-logaritmisch verloop.

2



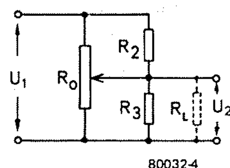
Figuur 2. Een aantal gemeten karakteristieken van logaritmische potmeters.

3



Figuur 3. Een aantal gemeten karakteristieken van lineaire potmeters.

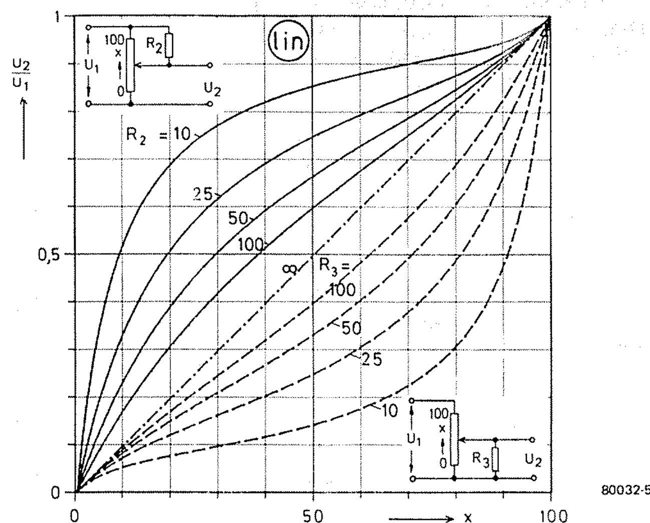
4



Figuur 4. Twee weerstanden, R2 en R3, toegevoegd aan de potmeter geven wel wat méér mogelijkheden dan de drie van figuur 1.

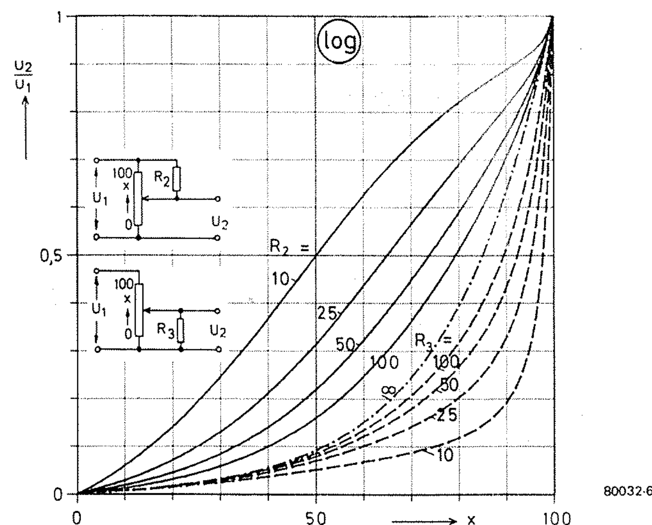
dat de kurve R = 10 (dus R3 10 keer zo klein als de potmeterweerstand) aardig overeenkomt met een positief-logaritmische karakteristiek, en dat de kurve R2 = 10 erg veel lijkt op de anti-logaritmische karakteristiek van figuur 1. Figuur 6 geldt voor een logarithmische potmeter. Voor R2 = 10 lijkt de kurve sterk op die van een lineaire potmeter.
De figuren 7 (lin) en 8 (log) geven de verzwakkingskarakteristieken voor de situatie waarbij een der overbruggingsweerstanden vast is (n.l. een kwart van de potmeterweerstand) en de andere variabel. De getrokken lijnen gelden voor R2 vast, de streeplijnen voor R3 vast. De stippellijn betreft de situatie R2 = R3 = 25. In de figuren 9 (lin) en 10 (log) zijn R2 en R3 gelijk. De kurven lopen alle door het punt waarbij de loper op de halve potmeterweerstand staat ingesteld.
U ziet wat je met een of twee weerstanden kunt "aanrichten". Men realisere zich wel dat door de toevoeging van een of twee weerstanden zowel de ingangsimpedantie (waarmee de voedende schakeling wordt belast) als de uitgangsimpedantie (waaruit de op de potmeter volgende schakeling wordt gevoed) zich wijzigt.

5



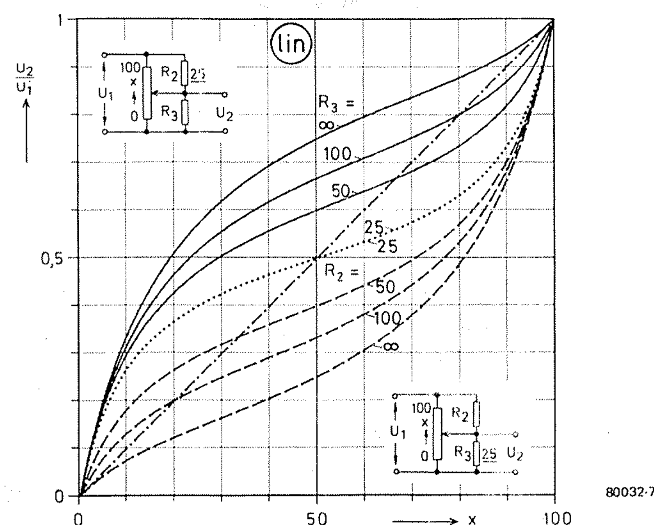
Figuur 5. De verzwakkingskarakteristieken van een lineaire potmeter voor verschillende waarden van R2 (getrokken lijnen; R3 afwezig) en R3 (streeplijnen; R2 afwezig).

6



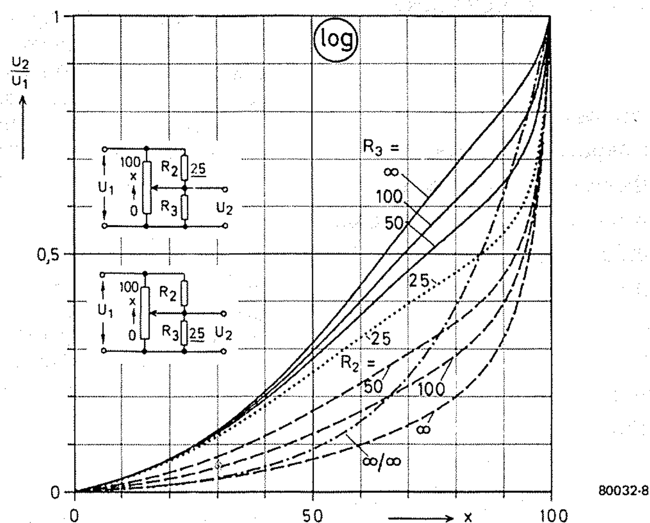
Figuur 6. De verzwakkingskarakteristieken van een logaritmische potmeter voor verschillende waarden van R2 (getrokken lijnen; R3 afwezig) en R3 (streeplijnen; R2 afwezig).

7



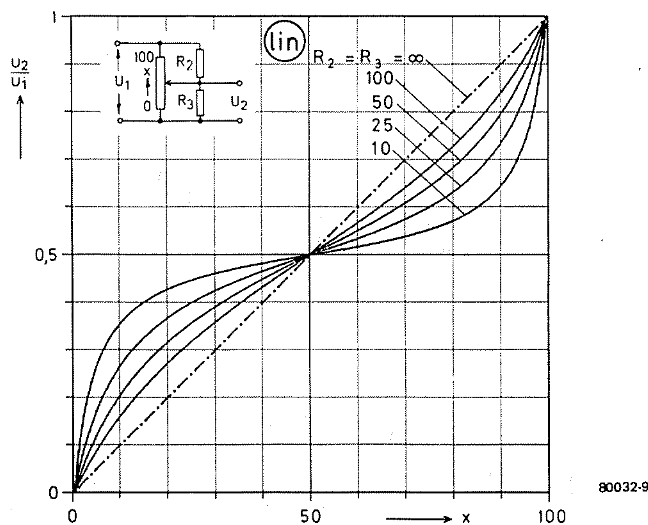
Figuur 7. De verzwakkingskarakteristieken van een lineaire potmeter. Getrokken lijnen: verschillende waarden van R3 bij een vaste R2. Streeplijnen: verschillende waarden van R2 bij konstante R3.

8



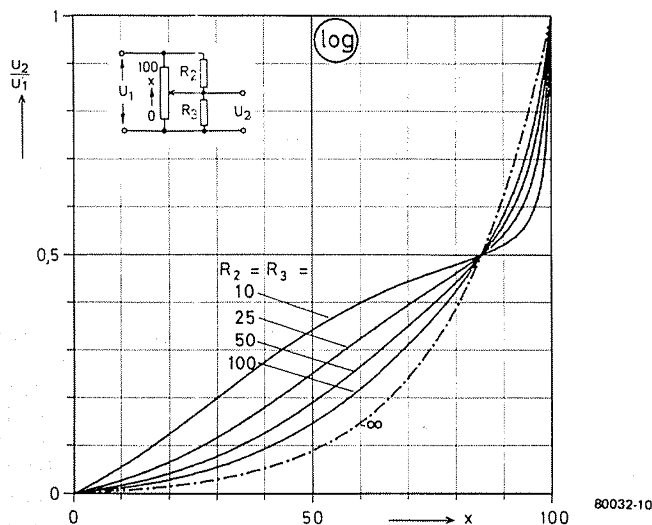
Figuur 8. De verzwakkingskarakteristieken van een logaritmische potmeter. Getrokken lijnen: verschillende waarden van R3 bij vaste R2. Streeplijnen: verschillende waarden van R2 bij konstante R3. De stippellijn betreft de situatie R2 = R3 = 25 en de streep-puntlijn de standaard logaritmische karakteristiek.

9

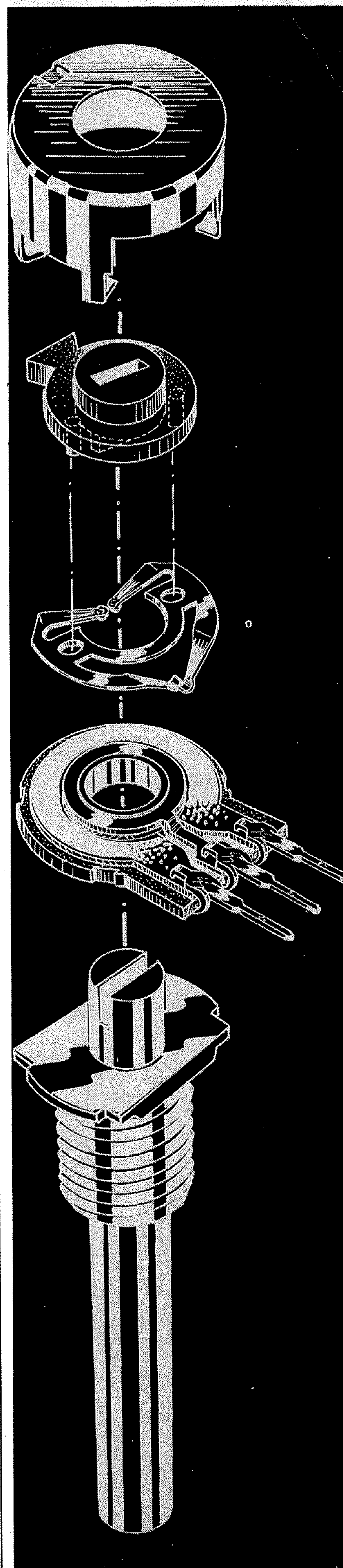


Figuur 9. De verzwakkingskarakteristieken van een lineaire potmeter voor verschillende waarden van R2, die gelijk is aan R3.

10



Figuur 10. De verzwakkingskarakteristieken van een logaritmische potmeter voor verschillende waarden van R2, die gelijk is aan R3.



multiflits

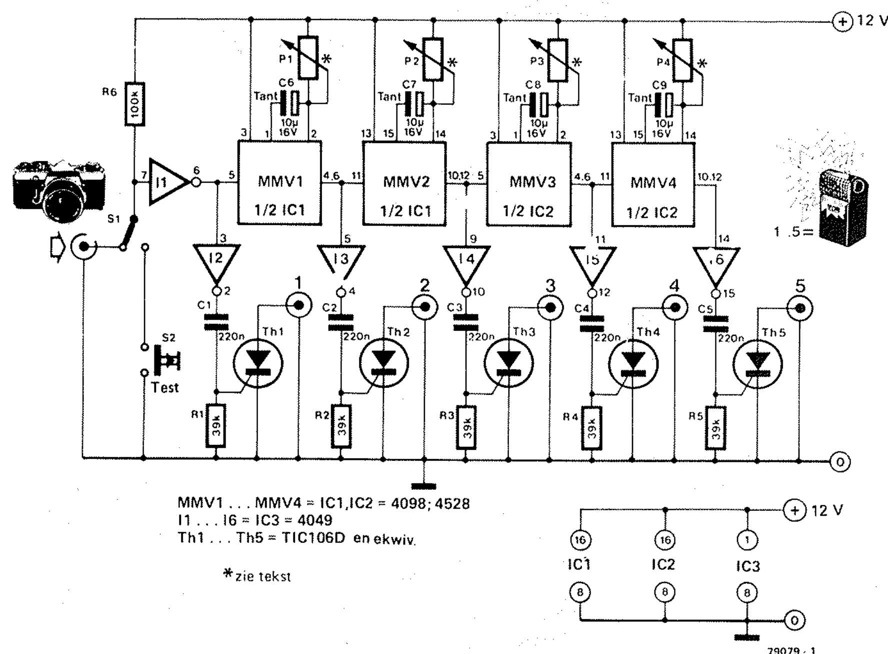
flitsen in ijltempo

Het vastleggen van verschillende fazen van een bewegingsverloop op één negatief of diapositief is mogelijk door een aantal malen kort na elkaar te belichten. Daar kamerasluiters daarop meestal niet berekend zijn moet de lichtbron zelf stroboskoopachtig pulseren. Dit bereikt men door verschillende flitsapparaten kort na elkaar te ontsteken. De "Multiflits" stuurt tot vijf flitsers. De intervallen tussen de opeenvolgende flitsen zijn onafhankelijk van elkaar instelbaar, zodat je zou kunnen spreken van een flitssequencer.

Experimenteerlustige fotografen (en welke amateur-fotograaf is niet experimenteerlustig?) biedt de meervoudige belichting een mogelijkheid tot het maken van extra boeiende beeldkomposities. Mits gebruik gemaakt wordt van een geschikt stuurapparaat, kunnen bewegingen op talrijke manieren in beeld gebracht worden. De belangrijkste eis aan het stuurapparaat is daarbij dat het interval tussen de verschillende flitsen binnen wijde grenzen instelbaar is, zodat uiteenlopende verloopsnelheden kunnen worden vastgelegd. Daarnaast speelt natuurlijk een rol of de verschillende intervallen *onafhankelijk* van elkaar kunnen worden ingesteld. De prijs van dergelijke stuurapparatuur ligt bij de vakhandel maar al te vaak op een nivo, dat alleen voor de welgestelde amateur bereikbaar is. Voor hetzelfde geld koop je namelijk al een heel aardige spiegelreflex-kamera. De schakeling "Multiflits" die hier gepresenteerd wordt past veel beter bij een smalle beurs: van het geld dat ervoor nodig is koopt men nauwelijks een eenvoudige pocket-kamera.

Het instelbereik van Multiflits loopt van tien milliseconden tot enkele seconden, waarbij dan het kortste interval wordt bepaald door de flitsduur van de toegepaste flitser(s). Als flitser kunnen in kombinatie met Multiflits de meest uiteenlopende apparaten worden gebruikt; van de duurste elektronenflitser via het bekende flitsblokje tot het antieke flitslampje aan toe. De voorkeur genieten echter de goedkope batterijgevoede elektronenflitsers. Die zijn

1



Figuur 1. Het schema van Multiflits. De intervallen tussen de verschillende flitsen zijn instelbaar met de potmeters P1 tot en met P4.

immers al voor zo'n dertig gulden te koop.

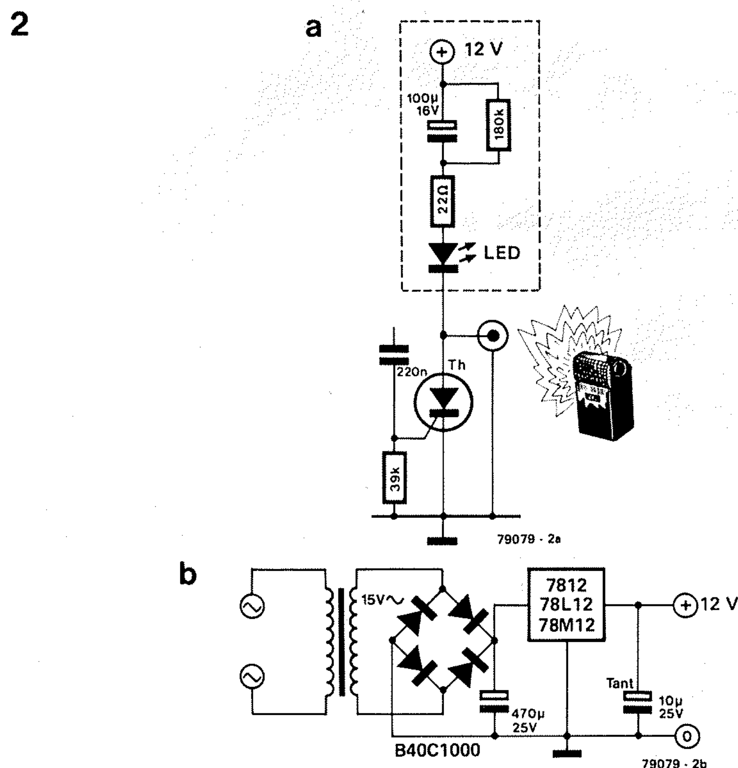
De schakeling: flitsen in ijltempo

Het principe waarop de schakeling berust is uiterst eenvoudig: met behulp van vier monoflops is een tijdbasis opgebouwd (figuur 1). De eerste monoflop wordt door het kamera-flitskontakt getriggerd. Tegelijkertijd ontsteekt de eerste thyristor. Na het verstrijken van de monofloptijd triggert de tweede monoflop op de negatieve flank van de uitgang van MMV1 en wordt thyristor 2 ontstoken.
Na de met P2 ingestelde tijd wordt de uitgang van MMV2 laag. Nu triggeren MMV3 en Thyristor 3. Vervolgens worden MMV4 en Th4 getriggerd en tenslotte Th5. Op de uitgangen 1 tot en met 5 zijn maximaal vijf flitsers aangesloten. Door iedere thyristor wordt een flitser in werking gesteld. De flitsers zullen dus achtereenvolgens ontsteken. De bij een flitser behorende thyristor dooft vanzelf wanneer de ontsteekkondensator in de flitser zover ontladen is dat de houdstroom van de thyristor wordt onderschreden.
De flitssequencer kan voor testdoeleinden ook met drukknop S2 in plaats van met het kamera-flitskontakt in werking gesteld worden. Kontaktdender van hetzij het kamera-flitskontakt hetzij van S2 heeft geen invloed op de werking omdat de flitser een vrij lange hersteltijd heeft en niet binnen een bepaalde tijd opnieuw ontstoken kan worden.

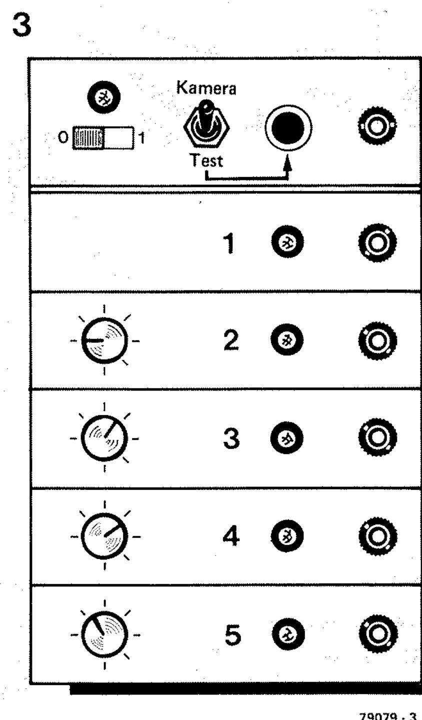
Om het instellen en testen van de schakeling ook zonder aangesloten flitsers mogelijk te maken kan men LED's als indikators inbouwen. Figuur 2a toont het schema dat bestaat uit een elko, twee weerstanden en een LED. De elko laadt zich via de LED snel op zodra de bijbehorende thyristor ontsteekt. Als gevolg hiervan licht de LED kortstondig op. Na het doven van de thyristor wordt de elko via de 180 k-weerstand weer ontladen.
Als voeding kan een gestabiliseerde 12 V/100 mA netadapter worden gebruikt. De schakeling van figuur 2b bijvoorbeeld. Wanneer Multiflits niet erg vaak gebruikt wordt, laat de geringe stroomopname ook batterij-voeding (8 stuks Mignon- of baby-cellen) toe.

Bouw en uitbreiding

Door haar eenvoud is de schakeling zeer gemakkelijk na te bouwen. Ook het verkrijgen van de komponenten mag geen probleem zijn, daar het om standaard-typen gaat. Met name voor de thyristoren kunnen bijna willekeurige typen worden toegepast mits ze 5 A/400 V zijn. De "flits-stekers" kunnen bij iedere zichzelf respecterende fotowinkelier worden gekocht. Het beste kan het geheel op zogenaamde gaatjesprint worden gemonteerd.
Heel gemakkelijk kan de schakeling worden uitgebreid; men zet de ketting MMV's en thyristoren gewoon voort. Voor het instellen van de intervallen zijn er twee mogelijkheden: ofwel men gebruikt potentiometers (zoals in het schema) ofwel men gebruikt stappenschakelaars waarmee dan vaste weerstanden worden ingeschakeld. Een tienstappenschakelaar plus tien weerstanden is nauwelijks duurder dan een potmeter, maar is veel gemakkelijker instelbaar op de juiste waarde. De dimensionering van de weerstanden kan aan de hand van de volgende vuistregel geschieden. Per kilo-ohm weerstand ontstaat een vertragingstijd van cirka 5 ms, per 100 k dus een halve seconde en per 1 MΩ 5 seconden.
Voor de potmeter is een waarde van 470 k à 1 M meestal juist. Nu kunnen de hier gegeven tijden tot 50% afwijken als gevolg van de niet geringe toleranties van elko's en van de IC's. Voor een heel nauwkeurige instelling van de vertragingstijd is dus de proefondervindelijke metode geschikter. Men kan de potmeter van een geijkte schaalverdeling voorzien en bij gebruik van een stappenschakelaar in plaats van vaste weerstanden trimpotmeters gebruiken.
Figuur 3, tenslotte, geeft een voorstel voor de frontplaat. ◾



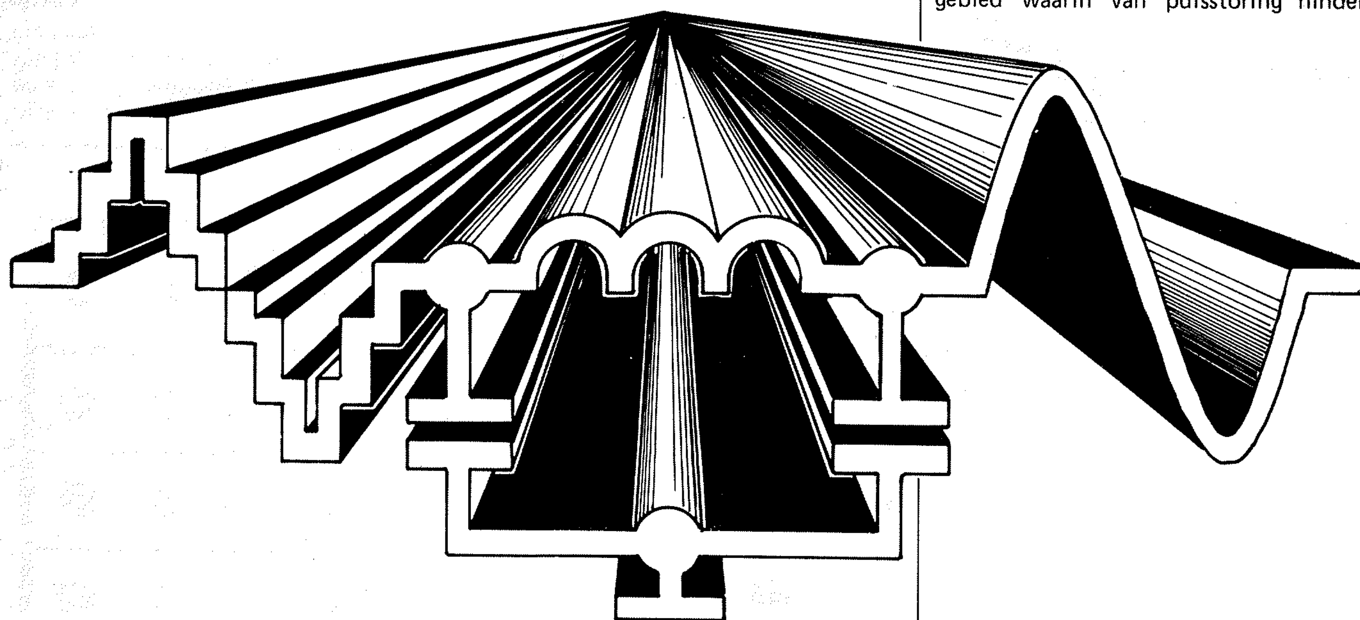
Figuur 2. Een flitsindikator is gemakkelijk aan te brengen. Natuurlijk is zo'n indikator alleen nodig wanneer de instelling van de tijden zonder flitsen gebeurt. Het voedinkje spreekt voor zich zelf.



Figuur 3. De frontplaat van Multiflits zou er zo uit kunnen zien. Deze is overigens niet in de EPS opgenomen!

N.B. Bij het gebruik van Multiflits dient men er op te letten dat de belichtingstijd iets groter is dan de bijelkaar opgetelde intervaltijden.

PDM toepassingen



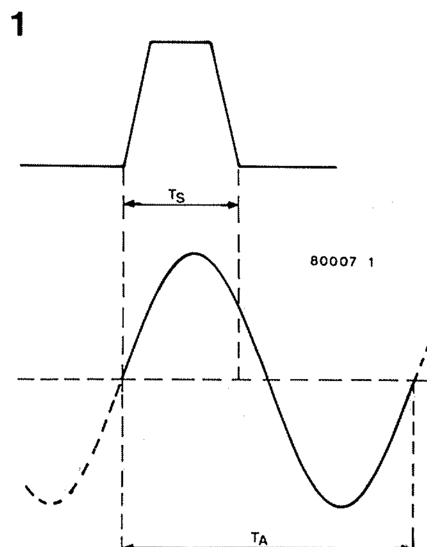
Het in het septembernummer van Elektuur beschreven zelfoscillerend PDM-systeem leent zich voor een aantal toepassingen, waarvan er in dit artikel twee worden besproken, namelijk een impulsstoringsfilter en een meerkanaalsvolumeregeling. Het filter onderscheidt zich van zijn soortgenoten door zijn effektieve werking, de volumeregeling door de uitzonderlijk goede gelijkloop tussen de kanalen.

Het impulsstoringsfilter

Pulsstoring kenmerkt zich door de volgende eigenschappen:

1) een grote verhouding tussen pulsherhalingstijd en stijgtijd
2) in de meeste gevallen is de pulsamplitude vele malen groter dan de amplitude van het gewenste signaal.

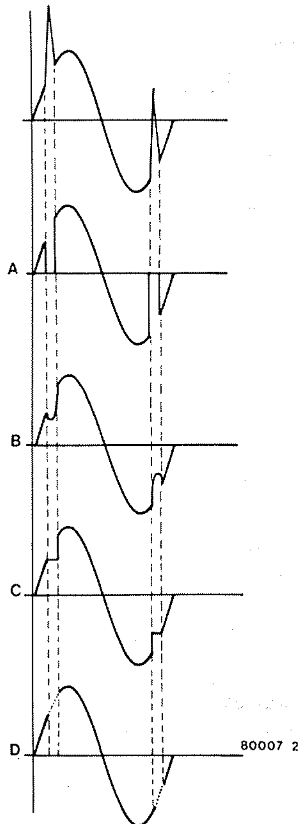
Een van de belangrijkste oorzaken voor het ontstaan van pulsstoring is de elektrische vonk. De door "vonken" ontstane hoogfrekwent storing is buitengewoon hardnekkig, omdat door de grote amplitude er meestal iets overstuurd raakt waardoor dan weer werkpuntsverschuiving optreedt (een soort intermodulatie dus). Het frekwentiegebied waarin van pulsstoring hinder



Figuur 1. Omdat de tijdsduur van de stoorpuls T_S hier kleiner is dan de helft van de periodetijd van de komponent met de hoogste frekwentie, kan deze stoorpuls nog worden geëlimineerd. Tenminste, als de amplitude ervan voldoende is om als dusdanig te worden gedetekteerd.

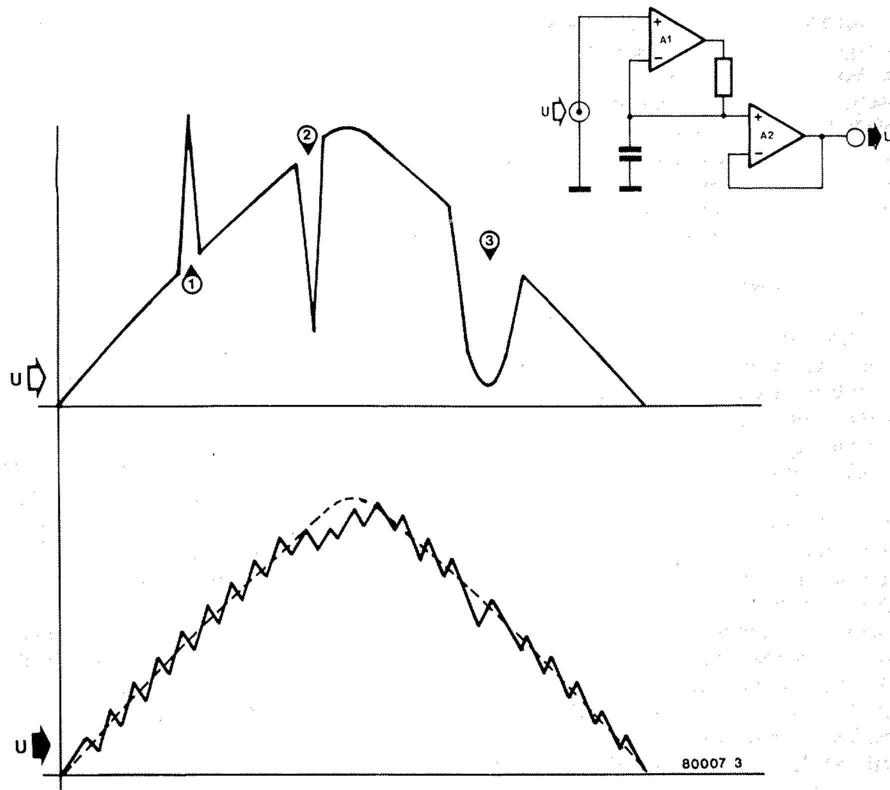
wordt ondervonden loopt van 0 — ca. 200 MHz. Zonder speciale maatregelen is het zo dat de sterkste vonken ook het sterkst storen en het breedste frekwentiespektrum bestrijken.
Twee signalen kunnen slechts dan van elkaar worden gescheiden, als er voldoende verschil tussen bestaat. Voor het verwijderen van pulsstoring zijn frekwentieselektieve filters van weinig nut omdat, ook als de komponenten boven het audiogebied zijn verdwenen, het resultaat een stoorpuls blijft, zij het met een andere stijgtijd, pulsbreedte en amplitude. Een effektieve stoorpulsonderdrukking is mogelijk, als de breedte van de stoorpuls kleiner is dan of gelijk is aan de helft van de periodetijd van de in het signaal aanwezige komponent met de hoogste frekwentie (figuur 1). Gedurende de tijd T_s wordt het signaal onderbroken, waardoor de stoorpuls een volgend gedeelte van een schakeling niet kan bereiken. Het (minder sterk storend) effekt van het ontstane "gat" kan worden verminderd door een laagdoorlaatfilter, eventueel voorafgegaan door een kompenserend netwerk (vóórdat de stoorpuls wordt verwijderd).
Een betere "opvul"-metode is, de waarde van het signaal tijdens de stoorpuls de waarde te laten behouden die vlak voor het optreden van de stoorpuls aanwezig was (d.w.z. het signaal wordt gestuurd door een sample/hold-schakeling, waarvan de sample-pulsen door de stoorpuls worden onderbroken). De ingangssignaal plotseling verandert, het enige tijd duurt alvorens dit aktieve element het van hem verwachte uitgangssignaal ook levert. Als het ingangssignaal al is verdwenen, vóórdat het uitgangssignaal tot de ermee korresponderende waarde is gekomen, is er sprake van een reduktie in waarde, die onafhankelijk is van de grootte van de ingangssignaalsprong. Een volledige eliminatie van de stoorpuls wordt nooit bereikt. Hoewel dan gekonkludeerd zou kunnen worden, dat eliminatie volgens de eerder beschreven metode superieur is, dient te worden bedacht dat het bij de eenvoudigste metode ontstane "gat" ook na "opvulling" een hoorbaar effekt nalaat. Een nadeel van veel slew-rate-mechanismen is dat het gedrag met betrekking tot positief en negatief gaande signalen niet identiek is.

2



Figuur 2. De bovenste figuur laat een signaal zien met twee positief gaande stoorpulsen. (NB. Om deze te detekteren is dus geen gebruik gemaakt van een amplitude-verschildetektor.)
A) Geeft het signaal weer, zoals het eruit ziet als het m.b.v. een poort ten tijde van de stoorpuls wordt kortgesloten of onderbroken.
B) Toont het signaal waarin na integratie het gat enigszins is opgevuld.
C) Geeft het signaal weer, als niet wordt kortgesloten, maar ervoor wordt gezorgd dat tijdens de stoorpuls het signaal niet van waarde kan veranderen. Na integratie zal het signaal minder "gedeukt" zijn dan in B) het geval is.
D) De stoorpulseliminatie in dit signaal is bereikt door de waarde van het signaal op het moment van de stoorpuls op te slaan (bijvoorbeeld met een sample/hold-schakeling) evenals de waarde vlak na de stoorpuls. Nadat tussen deze waarden geïnterpoleerd is, verlaat het signaal de schakeling.

3



Figuur 3. Het principe van de PDM-pulsstoringsonderdrukker. De kondensatorspanning kan slechts met stapjes toenemen. Een korte stoorpuls kan de uitgangsspanning dus nooit meer dan met één stapje verhogen. Naarmate de puls breder wordt, zal men meer last van de puls ondervinden.

beste opvulmetode is evenwel, de onderdrukker te laten interpoleren tussen de signaalwaarde op het tijdstip vlak vóór en die vlak ná de stoorpuls (figuur 2). Dit laatste is vrij kostbaar omdat er o.a. een analoge vertragingslijn voor nodig is.
Het detekteren van stoorpulsen geschiedt meestal op basis van een amplitudeverschil met het gewenste signaal. Onder een bepaald nivo worden de stoorpulsen dus niet verwijderd. Een andere metode om stoorpulsen te detekteren en/of te elimineren is met behulp van het slew-rate-mechanisme. Aktieve elementen bezitten een zekere traagheid; dat wil zeggen dat als het

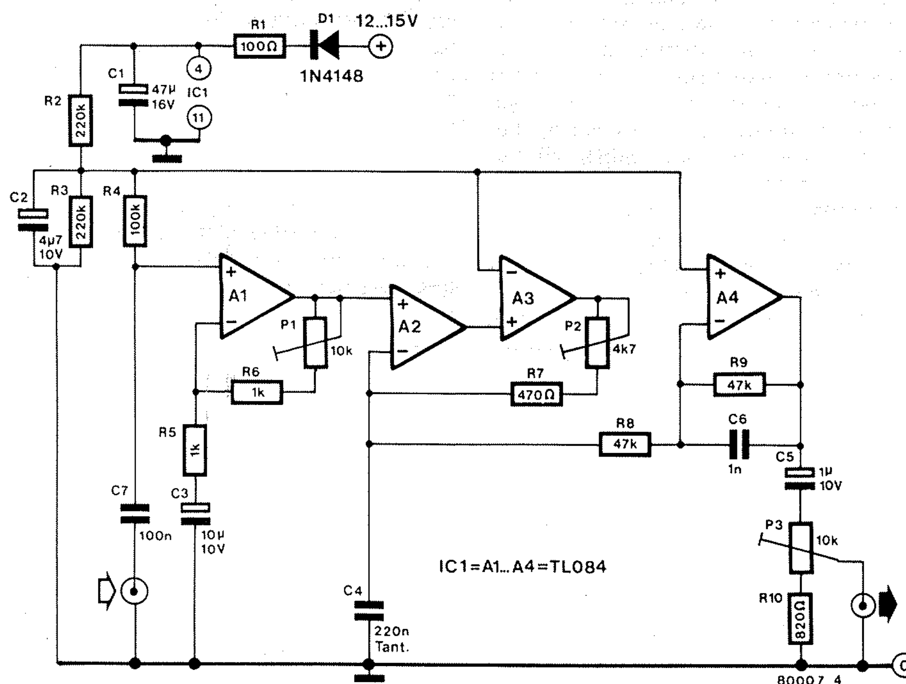
Het in het septembernummer beschreven zelfoscillerend PDM-principe is goed bruikbaar voor zo'n slew-rate filter (figuur 3). Zolang A_1 niet overstuurd wordt (door een signaal van te hoge frekwentie en/of amplitude) is de uitgangsspanning U_{uit} gelijk aan de ingangsspanning U_{in}, zij het dat het uitgangssignaal is opgebouwd uit stapjes. Per periode van de (interne) clock kan het uitgangssignaal met niet meer dan één stap toenemen. Het zal duidelijk zijn, dat de werking beter wordt naarmate de duur van de stoorpuls korter wordt ten opzichte van de periodetijd

van de (interne) clock, wat in figuur 3 is geïllustreerd aan de hand van de in breedte toenemende stoorpulsen 1, 2 en 3.

De schakeling

Om de werking van het PDM-filter op eenvoudige wijze te demonstreren werd een schakeling (figuur 4) ontwikkeld met als doel, de ontstekingsstoring bij FM autoradio's drastisch te reduceren. Met behulp van A1 wordt het signaal op een waarde gebracht waarop het pulsbreedte-deel (A2 en A3) optimaal werkt. Het signaal voor het PDM-gedeelte dient 3 . . . 6 V_{tt} te bedragen. Met P2 wordt de frekwentie van de interne clock ingesteld. Voor FM-stereo dient deze frekwentie hoger te zijn dan 106 kHz, om spektraal terugvouwen (aliasing) te voorkomen. Bijvoorbeeld, als de frekwentie van de interne clock 30 kHz bedraagt, levert een komponent uit het stereospektrum (dat loopt van 23 . . . 53 kHz) met een frekwentie van 32 kHz een (hoorbaar) verschiltoontje van 2 kHz op, terwijl deze signaalkomponent, na de stereodekoder te hebben doorlopen, een frekwentie van 6 kHz behoort op te leveren.
De effektiviteit van de schakeling loopt echter sterk terug naarmate de clockfrekwentie hoger wordt en een betere werking wordt verkregen als de interne clock wordt afgeregeld op 38 kHz. Er treedt dan synchronisatie op door het eventueel aanwezige piloot-signaal (19 kHz), waarbij het terugvouwen zich niet kenbaar maakt door het produceren van storende produkten maar door het (gedeeltelijk) demoduleren van de L-R komponent.
Met P3 wordt het signaal weer verzwakt tot het signaalnivo dat aan de ingang van de schakeling aanwezig is. De optimale instelling van P2 in kombinatie met P1 (en P3) is een kompromis tussen storingsonderdrukking en geluidskwaliteit, met name van signalen met hoge stijgtijd, zoals bijvoorbeeld bekkens en drums kunnen leveren. Wie met "nieuwsberichten-en-verkeersinformatie-kwaliteit" tevreden is, zal een instelling kunnen gebruiken, waarbij ontstekingsstoring totaal verdwenen is en ook de ruis tussen de zenders aanmerkelijk is verminderd.
Men dient erop te letten dat de schakeling een signaal krijgt toegevoerd, waarop geen de-emfasis is aangebracht. Indien geen uitgang beschikbaar is zonder de-emfasis moet het aanwezige netwerk worden verwijderd. De de-emfasis wordt in de schakeling verzorgd door A4 in kombinatie met C6 en R9. De schakeling kan verder worden toegepast in KG-ontvangers, als de middenfrekwent-bandbreedte groter is dan de hoogste modulatiefrekwentie. Hierbij introduceert de schakeling dan geen kwaliteitsverlies. Aangezien alleen bij SSB en eventueel CW de MF-bandbreedte vrijwel gelijk is aan de maximale modulatiefrekwentie zal toepassing van de storingsbegrenzer zinvol zijn voor KG-omroepbandenluisteraars.
Bij de bouw van de schakeling zijn geen moeilijkheden te verwachten, bij de inbouw dient men er rekening mee te houden, dat het PDM-(blok)-signaal een groot aantal harmonischen bevat, zodat goede afscherming gewenst is. Om deze reden is de voeding van het IC goed ontkoppeld.

4



Figuur 4. Het schema van de pulsstoringsonderdrukker voor FM (en eventueel KG) omroepontvangers.

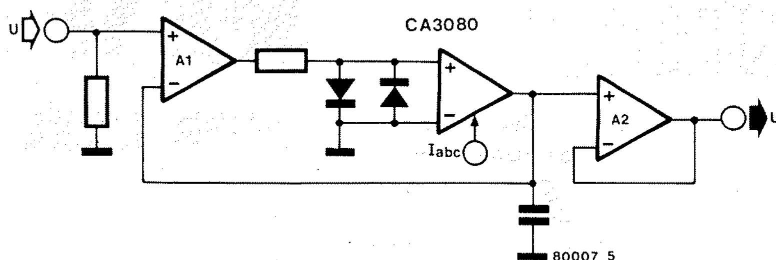
Andere toepassingen en perfektionering

Er is geen enkele reden waarom toepassing van de storingsbegrenzer beperkt zou moeten blijven tot audio. Als men bedenkt dat een aanvaardbaar videobeeld niet meer dan ca. 1 . . . 2 MHz bandbreedte behoeft, ligt het voor de hand een schakeling te ontwerpen die geschikt is voor het "sneeuwruimen" op de TV. Dat dit hier niet is gebeurd komt omdat slechts weinigen genegen zullen zijn tot een ingreep in het TV-toestel, waarbij dan ook nog enige kennis van zaken aanwezig moet zijn met betrekking tot de signaalnivo's en impedanties.
Een perfektionering van de schakeling kan worden verkregen door de interne clockfrekwentie bij te regelen, al naar gelang dit voor een optimale verwerking van het ingangssignaal wordt vereist. Het principe ervan is weergegeven in figuur 5.
De clockfrekwentie wordt bepaald door de stuurstroom I_{abc} van de OTA. Deze stuurstroom kan worden afgeleid uit bijvoorbeeld het ingangssignaal. Een korrekte uitwerking levert een dynamisch ruis- en pulsstoringsfilter op.

De meerkanaalsvolumeregeling

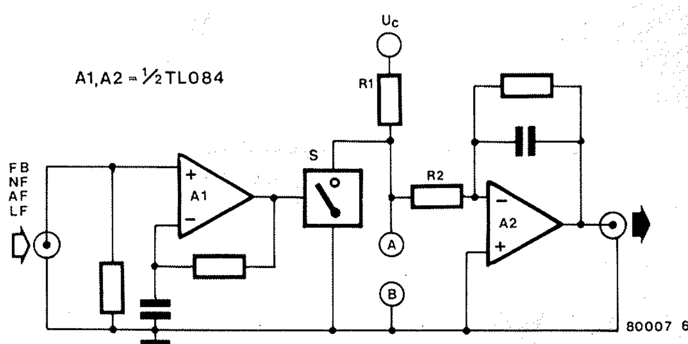
Het principe van de schakeling is afgebeeld in figuur 6. Het audiosignaal wordt omgezet in een pulsbreedte-signaal en dit laatste stuurt een elektronische schakelaar. Als de schakelaar S gesloten is, staat er geen spanning tussen A en B. Als S geopend is bedraagt de spanning $(1-R1/R2) \cdot U_C$. De uitgangsspanning is dus recht evenredig met de regelspanning U_C en als met U_C verscheidene kanalen worden geregeld bestaat tussen deze kanalen een perfekte gelijkloop. Die gelijkloop is bij meerkanaalsamplituderegelingen nogal eens een zorgenkindje.
Het maximale regelgebied wordt bepaald door de schakelaar S. Hierbij kan er sprake zijn van overspreekdemping tussen de in- en de uitgang van de schakelaar, ofwel de verzadigingsspanning (bijvoorbeeld wanneer een transistor als schakelaar wordt toegepast).

5



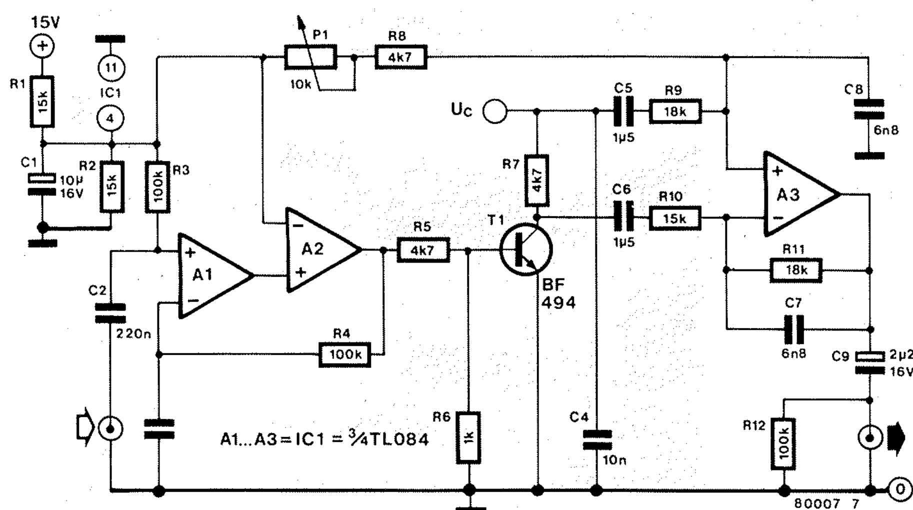
Figuur 5. Als bij de PDM-opwekking een OTA wordt toegepast, verkrijgt men een instelbaar filter, dat bijvoorbeeld kan worden gebruikt voor dynamische stoorpuls- en ruisonderdrukking.

6



Figuur 6. Principe van de meerkanaalsvolumeregeling. Het is tevens de eenvoudigste uitvoering, waarbij quad-IC's worden gebruikt (komparator, analoge schakelaar, opamp).

7



Figuur 7. Uitwerking volgens het principe van figuur 6. Hoewel als zelfstandige unit van weinig nut, is het illustratief voor de universaliteit. Ee.. -- de gelijkspanning van U_C gesuperponeerde wisselspanning levert AM van het uitgangssignaal door deze wisselspanning op.

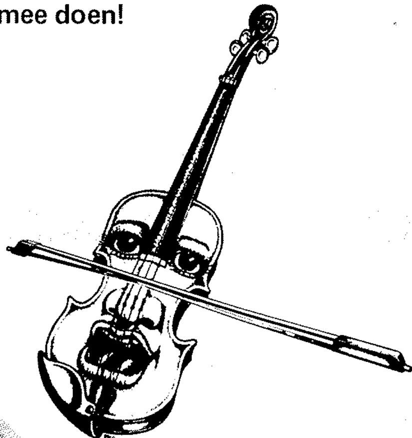
Ter illustratie van het bovengenoemd principe werd een circuit opgebouwd dat is afgebeeld in figuur 7. Het PDM-signaal wordt opgewekt door A1 en A2, T1 doet dienst als schakelaar en A3 integreert het kwa amplitude door U_C bepaalde PDM-signaal. Het toepassingsgebied is vergroot door de mogelijkheid via U_C amplitudemodulatie te verkrijgen. Hiertoe wordt een deel van de regelspanning toegevoerd aan de "+"-ingang van A3. De dynamiek van de schakeling bedraagt:

$$20 \log \frac{U_{uit}\,(U_C = 12\ V)}{U_{uit}\,(U_C = \ 0\ V)} = 60\ dB.$$

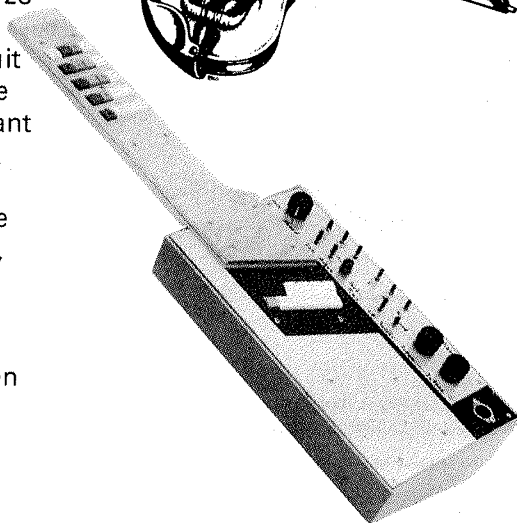
De vervorming is afhankelijk van de frekwentie en in dit geval van U_C, omdat het schakelgedrag van T1 in de buurt van de verzadigingsspanning verre van ideaal is. Men dient te rekenen op maximaal 1% bij een ingangsspanning van 1,8 V, een frekwentie van 6 kHz en U_C = 0,12 V. In vergelijking met schakelingen waarin van de regelspanning een pulsbreedte-gemoduleerd signaal wordt gemaakt, bestaat het voordeel dat een groter regelbereik kan worden verwezenlijkt. Afhankelijk van de toepassing kan de beschreven schakeling worden verbeterd of vereenvoudigd. ◀

volgende maand in elektuur

Negentientachtig. Begin van een nieuw decennium, waarin Elektuur net als in de afgelopen 20 jaar de vinger aan de pols van de elektronica zal houden. Signaleren en er dan zelf iets mee doen!

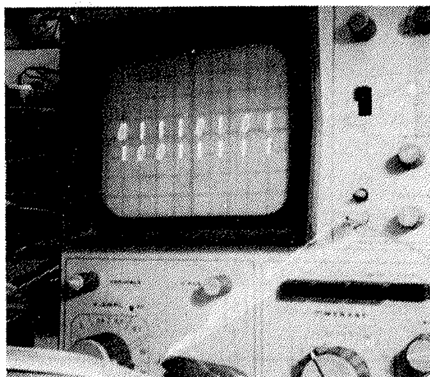


In het januari-nummer beginnen we al direkt met een primeur: de **Elektuur-vocoder** om zelf te bouwen. Na de teorieverhalen (o.a. in dit december-nummer): de bouwbeschrijving voor uw eigen vocoder.



De **gorgel** is een nieuw muziekinstrument. Je ziet het er niet zo een twee drie aan af, want de gorgel ziet er bijna hetzelfde uit als een elektrische gitaar. En je hoort het ook niet meteen, want het geluid is dat van een elektronisch orgel.
De gorgel laat zich op dezelfde manier bespelen als een gitaar, zodat iemand die gitaar kan spelen er vanzelf mee overweg kan, en toch de volle, brede klanken van een orgel kan laten weerklinken.
De gorgel heeft dan ook geen snaren maar toetsen. Talloze mogelijkheden voor een veel gevarieerdere sound.

Zoals beloofd in de halfgeleidergids 1979 zijn van enkele winnende Eurotronica-ontwerpen in het Elektuurlab printen ontworpen. Daarbij is speciaal gelet op betrouwbaarheid en toegankelijkheid voor wat betreft onderdelenkeuze.



Het **digisplay** is zo'n "winner". Met dit eenvoudige ontwerp kan de bruikbaarheid van een oscilloskoop behoorlijk worden vergroot. Het maakt TTL-nivo's op een oscilloskoop zichtbaar in de vorm van nullen en enen.

Geiger-müller-teller. Een meettoestel voor zelfbouw, waarmee radioaktiviteit gemeten kan worden.

En als extra een brok nostalgie. In 1980 viert Elektuur haar twintigjarig bestaan. Daarom 4 pagina's met oude Elektuur-ontwerpen, vanaf het buizentijdperk.

het lek van elektuur



Lichtdimmer voor zaklantaarn

De waarde van C1 (HG '79, blz. 7-41) dient niet 33 µ maar 33 n te zijn.



Metronoom

De potentiometer (HG '79, blz. 7-42, schakeling nr. 8) moet niet met massa maar met +9 V verbonden worden.



Digitale kontrastmeter

Tussen de uitgang van N8 en weerstand R17 (HG '79, blz. 7-79) moet nog een als inverter geschakelde NAND-poort (N9 = 74LS00) opgenomen worden, opdat de decimale punt van het display tijdens de meetcyclus oplicht.



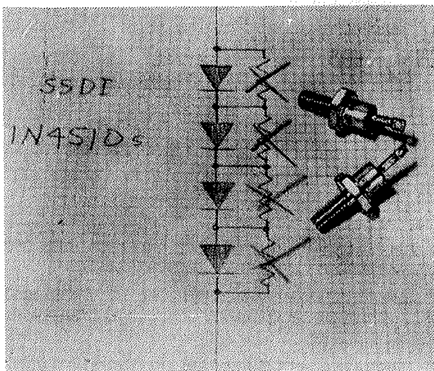
Stoomlokgeluid-generator

In figuur 2 (nov. '79, blz. 11-63) dienen het plus- en het minteken, evenals de pennummers 9 en 10 van opamp A3 verwisseld te worden. In de print-layout is deze fout gelukkig niet aanwezig. IC2 is in de tekst per abuis A5 genoemd.

markt

Hoogspanningsdioden zonder parallelweerstand

Solid State Devices Inc. brengt twee nieuwe typen hoogspanningsdioden op de markt. Het kenmerkende van deze komponenten is dat ze in serie kunnen worden geschakeld zonder dat parallelweerstanden moeten worden gebruikt. De onder de type-aanduidingen 1N4510 en 1N4511 verkrijgbare dioden zijn geschikt voor een voorwaartsstroom van 12 A en werken in het lawine-gebied tot junktie-temperaturen van 175°C zonder hierdoor te worden beschadigd.



De 1N4510 heeft een piek-sperspanning van 1250 V met een maximale sperstroom van 1,75 mA, terwijl deze waarden voor de 1N4511 respektievelijk 1500 V en 1,5 mA bedragen. De doorlaatspanning is voor beide typen 1,4 V. Deze gelijkrichtdioden zijn bestand tegen zeer grote piekstromen in het lawine-gebied, bijv. 240 A voor een enkele piek met een dissipatiekapaciteit van 3,9 kW gedurende 10 µs. De dioden zijn gemonteerd in een DO-4 huis, de werktemperatuur ligt tussen −65°C en +175°C.

Solid State Devices Inc.,
14830 Valley View Avenue, La Mirada, Californië 90638, Tel.: (213) 921-9660

(1276 M)

Glasvezelkabel in werkelijke dienst genomen.

Op 14 februari 1979 stelde de Deutsche Bundespost een nieuw, door Siemens ontwikkeld, kommunikatie-systeem in dienst tussen de centrales Frankfurt/Ginnheim en Oberursel. Voor het eerst kunnen hier in de vorm van lichtimpulsen — 34 miljoen per sekonde — in het openbare telefoonnet maximaal 480 gesprekken tegelijkertijd en onafhankelijk van elkaar via een glasvezelpaar met een diameter van ongeveer 0,1 mm worden overgebracht.
De stevige glasvezelkabel — slechts ca. 7 mm dik — is op het 15,4 km lange traject ten dele door bestaande kabelkanalen getrokken, ten dele in de grond gelegd, zonder dat speciale maatregelen ter bescherming van de kabel nodig waren. Aan de eindpunten voegen PCM-apparaten de 480 afzonderlijke gesprekken samen tot een digitaal tijdmulti-



plex signaal. Een licht-emitterende diode zet dit signaal om in lichtimpulsen, die op het trajekt twee maal worden geregenereerd. Voor het weer omzetten van de lichtsignalen in elektrische signalen wordt een lawine-fotodiode gebruikt.
Voor deze eerste praktische toepassing van een optisch-transmissiesysteem werden eerder in een aantal proef-projekten ervaringen opgedaan. Zo werkt al ongeveer een jaar een door Siemens gebouwd proeftrajekt van de Deutsche Bundespost te Berlijn zonder storingen. In vergelijking met kabels met koperen geleiders biedt glasvezelkabel technische voordelen: naast het geringe gewicht en de lage demping is deze kabel ongevoelig voor elektrische en magnetische beïnvloeding, terwijl door de metaalloze opbouw overdracht van signalen tussen apparaten met verschillende elektrische potentialen op eenvoudige wijze mogelijk is.

Siemens Nederland N.V.
Wilhelmina van Pruisenweg 26, Den Haag, tel. 070-782242

(1278 M)

markt

"Rock and Roll" projektor

Sinds enige tijd is in de Eurocinema te Eindhoven een Philips FP 30 "Rock and Roll" projektie-installatie in bedrijf. Het grote pluspunt van deze installatie is, dat de film slechts *"éénmalig"* wordt ingelegd. Na het einde van de voorstelling stopt de projektor, waarna de film met vijfvoudige snelheid in continuloop wordt teruggespoeld en aan het begin van de film automatisch wordt gestopt, waardoor de startsituatie weer is bereikt. Genoemd terugspoelen is gerealiseerd door het klassieke Malteserkruis te vervangen door een zogenaamd "Variokruis", een gepatenteerde Philips-vinding.
Het Variokruis werkt tijdens het projekteren intermitterend, doch wordt bij terugloop van de film omgeschakeld op continuloop, waardoor glad terugspoelen wordt verkregen. Uitvoerige duurproeven hebben aangetoond dat de film in het geheel geen schade ondervindt van deze vorm van terugspoelen met grote snelheid.
Een minimum aan toezicht en grote betrouwbaarheid kenmerken de FP 30 projektor. Ook in het binnenkort te openen bioskoopcomplex "Cinecenter Lijnbaansgracht" te Amsterdam worden vier van deze projektoren geïnstalleerd.

Enkele technische gegevens

- Als aandrijving dient een meerpolige gelijkstroommotor met tachogenerator, die elektronisch (d.m.v. referentiesignaal en komparator) op het juiste toerental wordt gehouden.
- De sturing van het gehele proces vindt plaats door een eenheid waarin geavanceerde technieken (o.a. C-MOS) worden toegepast.
- Het geheel is in de vorm van uitwisselbare modules opgebouwd, zodat een snelle uitwisseling van bepaalde delen mogelijk is.
- De vlakwikkelschijven, geschikt voor maximaal 6000 m film, zijn elk voorzien van een eigen aandrijfmotor.
- In plaats van vlakwisselschijven kunnen ook 4000 m spoelen worden gebruikt.

Philips Persbureau, postbus 523, Eindhoven.

(1277 M)

markt

25 W schakelende voedingen voor netaansluiting

Oltronix brengt een aantal nieuwe schakelende voedingen op de markt, bedoeld voor printmontage (passende eurokaarten zijn verkrijgbaar). Ze kunnen een vermogen van 25 W leveren met een rendement van 80%. Ze zijn volledig in epoxy-hars ingegoten en daarom bestand tegen sterke trillingen en ongunstige weersinvloeden. Alle modellen zijn kortsluitvast en stroombegrensd. Een overspanningsbeveiliging sluit de uitgang via een thyristor kort indien de nominale uitgangsspanning met 20% overschreden wordt. Een filter aan de ingang zorgt voor een lage ruis en een volledige afscherming voorkomt storende instraling (EMI/RFI).



De afmetingen van de modules bedragen 32 x 64 x 90 mm. Verdere technische gegevens: Input 180 . . . 260 V, 47 . . . 450 Hz; output 5 V/5 A, 12 V/2,2 A en 15 V/1,8 A.

Power Electronics B.V., Postbus 14, NL 9350 Leek (Gr)

(1333 M)

markt

Nieuwe boeken

Nu de microprocessor in het middelpunt van de belangstelling staat is het geen wonder dat er veel boeken over dit onderwerp verschijnen. "Microcomputers voor hobby en werk" van R. Zaks (Kluwer, f 29,50) behandelt nu eens niet de technische kant, maar probeert een antwoord te geven op de vragen die iemand heeft bij de aanschaf van een microcomputer. Alle belangrijke onderwerpen die voor de toekomstige gebruiker van belang zijn, komen aan de orde, zoals toepassingsmogelijkheden, werking, programmeertaal, gebruik en de keuze van een systeem. Een technische vooropleiding hoeft de lezer niet te hebben.
Wie wil weten hoe het allemaal werkt, kan bij dezelfde R. Zaks terecht voor het boek "Microprocessors van chip tot systeem" (Kluwer, f 45,–). Dit uitgebreide werk behandelt onder meer grondbegrippen, werking van de microprocessor, systeemkomponenten, toepassingen, interface-technieken en programmeren. Aanbevolen voor zelfstudie.
"Microprocessoren" is de titel van het derde deel uit de reeks "Digitale schakelingen" door E. Zuiderveen (Kluwer, f 44,50). Hierin wordt de microprocessor vanuit het gezichtspunt van de (toekomstige) ontwerper benaderd. De auteur besteedt aandacht aan de algemene architektuur, software, hulpmiddelen, randapparatuur, interfacing en een applikatie van de MC6800.
Het boek "Van 0 en 1 tot microprocessors" door A. Malvino (Maarten Kluwer, f 64,50) beschrijft van het begin af hoe computers in het algemeen en microprocessors in het bijzonder zijn opgebouwd en hoe men ermee kan werken. Een goed geschreven studieboek met duidelijke en eenvoudige uitleg.
Bezitters van een DAI-computer, bekend van de Teleac-kursus "Microprocessors", kunnen op eenvoudige wijze BASIC leren met het boek "BASIC voor je personal computer". Dit is een uitgave van de stichting BASICned, die de bekendheid met en gebruik van de programmeertaal BASIC in Nederland wil bevorderen. De prijs van het boek, inklusief antwoordenboekje, bedraagt f 28,—.
Voor de studierichting elektronica van de m.t.s. verscheen "Elektronica basiskennis" (Educaboek, f 28,50), een herziene uitgave van het boek "Elektronica deel 1". De auteur C. Rijsberman behandelt hierin de leerstof voor het eerste studiejaar, namelijk de toepassingsmogelijkheden van dioden, transistors en FET's.
Als begeleiding voor de hobbyist bij zijn eerste stappen op het terrein van de elektronica heeft Kluwer een serie van drie boeken over hobby-elektronica uitgebracht. De titels van deze door D. Nührmann geschreven delen zijn:
Experimenteren met spanning en stroom
Experimenteren met diodes en transistors
Experimenteren met elektronische schakelingen
De prijs bedraagt f 32,50 per deel.
Traditiegetrouw verscheen bij De Muiderkring de 33e editie van het Elektronica-jaarboekje voor 1980 (f 10,–). Behalve een agenda zijn er weer talrijke tabellen, gegevens en schema's te vinden, waaronder zelfs informatie over microprocessors en twee tabellen voor smalfilmers.

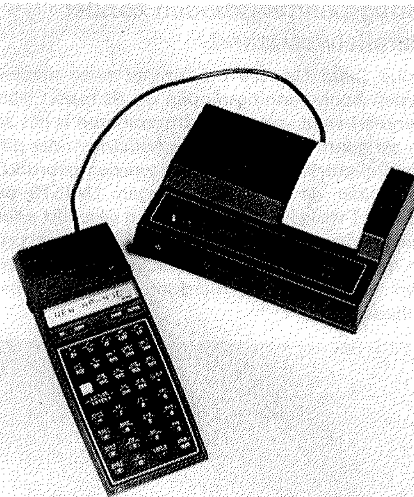
Educaboek B.V., Postbus 48,
4100 AA Culemborg
Kluwer Technische Boeken B.V., Postbus 23, Deventer
De Muiderkring B.V., Postbus 10,
1400 AA Bussum (distributeur voor Nederland van Maarten Kluwer)
Stichting BASICned, Tolakkerweg 81,
3739 JJ Hollandsche Rading (U),
postgiro 44 836 89

(1363 M)



Nieuwe calculator van HP

Hewlett-Packard heeft een nieuwe programmeerbare calculator op de markt gebracht die de kern van een bijzonder uitgebreid rekensysteem vormt. Deze HP-41C is voorzien van een alfanumerieke LCD-uitlezing en een permanent geheugen. Via het toetsenbord zijn 130 voorgeprogrammeerde funkties beschikbaar. De geheugenkapaciteit bedraagt 441 programmastappen of 63 registers en elke kombinatie hiertussen.



Voor uitbreiding van het systeem zijn de volgende eenheden leverbaar:
- geheugenmodules, waarvan er maximaal vier tegelijk kunnen worden aangesloten op de HP-41C;
- toepassingsmodules met programma's voor de meeste vakgebieden;
- een magnetische kaartlezer voor het vastleggen en bewaren van programma's en gegevens. Een bijzonderheid is dat ook kaarten van een HP67/97 kunnen worden gelezen en vertaald in HP-41C kode;
- een draagbare termische printer die cijfers, kleine en grote letters, speciale tekens en diagrammen kan afdrukken;
- een optische lezer voor het opnemen van staafkoden komt begin 1980 op de markt.

Hewlett-Packard N.V.,
Van Heuven Goedhartlaan 121,
1181 KK Amstelveen

(1335 M)

Niet-vluchtige RAM van SGS-Ates

Onder het typenummer M 120 brengt de firma SGS-Ates binnenkort een niet-vluchtige 1024 bit RAM uit. Dit geheugen kan beschouwd worden als een RAM met een snelle toegangstijd (M 120-2: 450 ns en M 120: 700 ns) en een veel tragere schrijftijd (kleiner dan 100 ms). Er bevindt zich een volledige dekoder op de chip en alle uitgangen zijn TTL—compatible.
Als voeding zijn een spanning van 12 V en 25 V nodig, terwijl het opgenomen vermogen niet groter is dan 350 mW.
Het IC kan gebruikt worden voor opslag van zenderfrekwenties, telefoonnummers en andere toepassingen waar een zogenaamd "read mostly"-geheugen nodig is.

Nijkerk Elektronika B.V., Drentestraat 7,
1083 HK Amsterdam, Tel. 020-428933.

(1372 M)